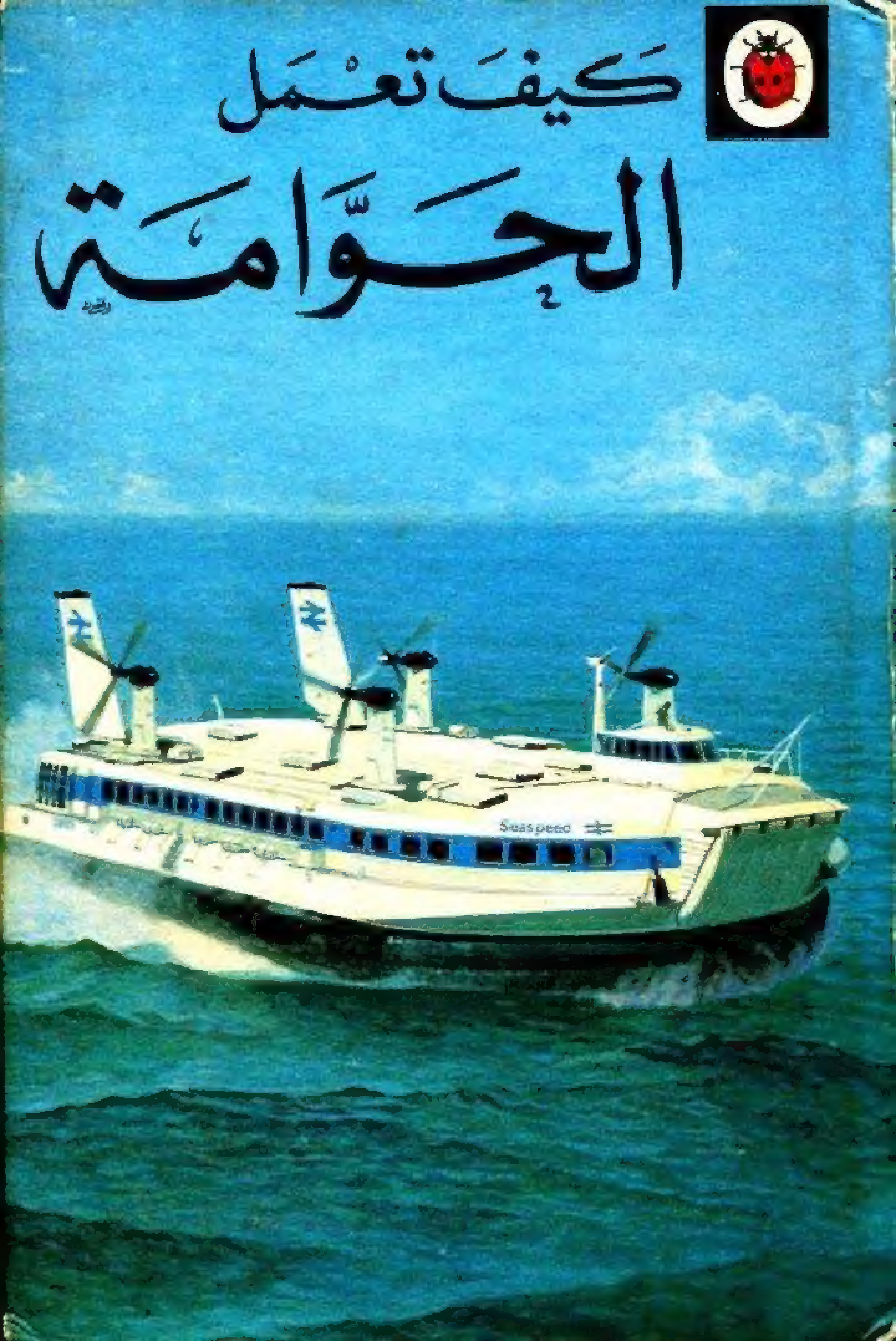
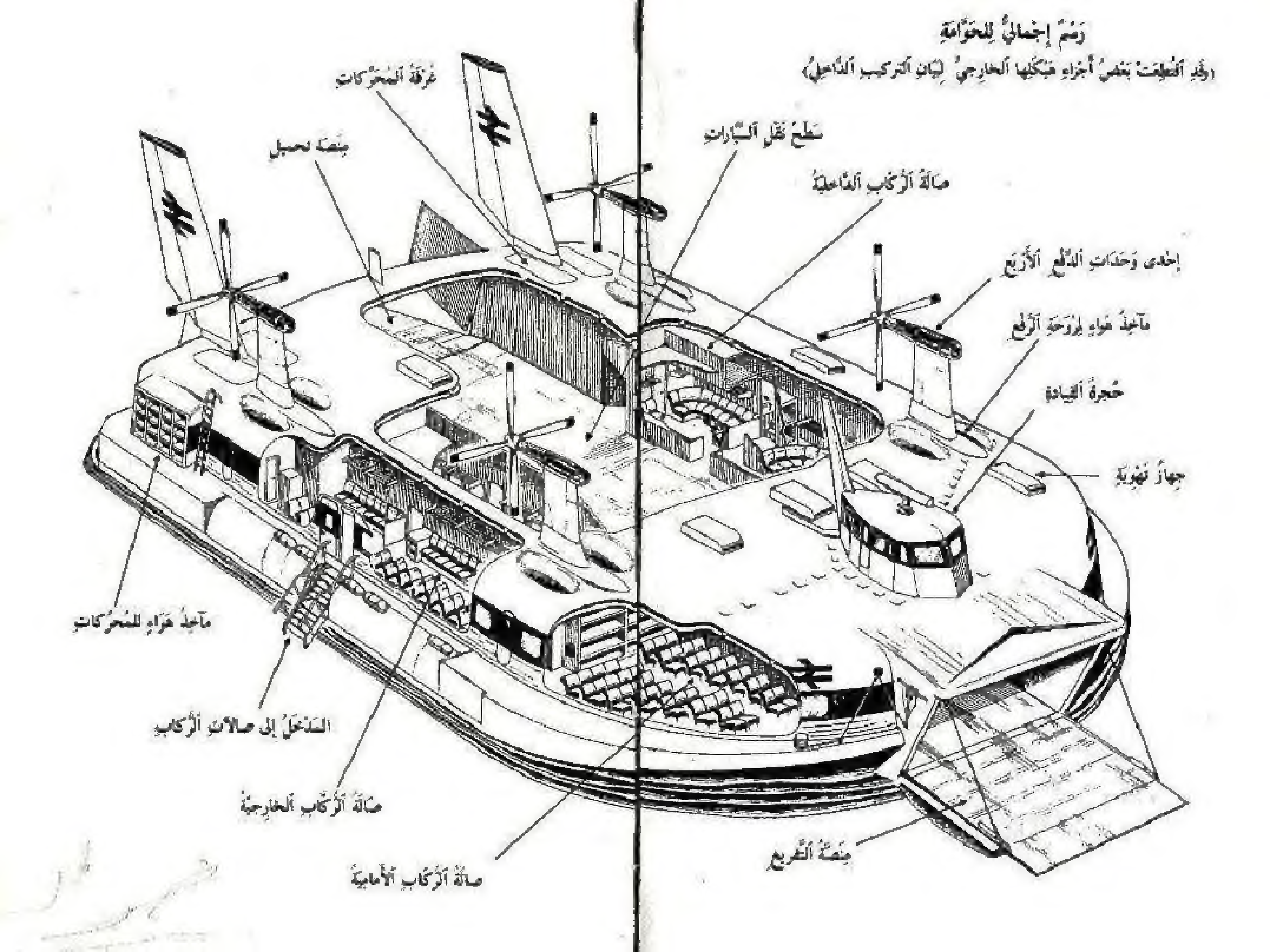

كَيفَ تعمَلُ
الحَوَّامَة
Seaspeed



رسم إجمالي للحوامة

(وقد اقتطعت بعض أجزاء هيكلها الخارجي لبيان التركيب الداخلي)

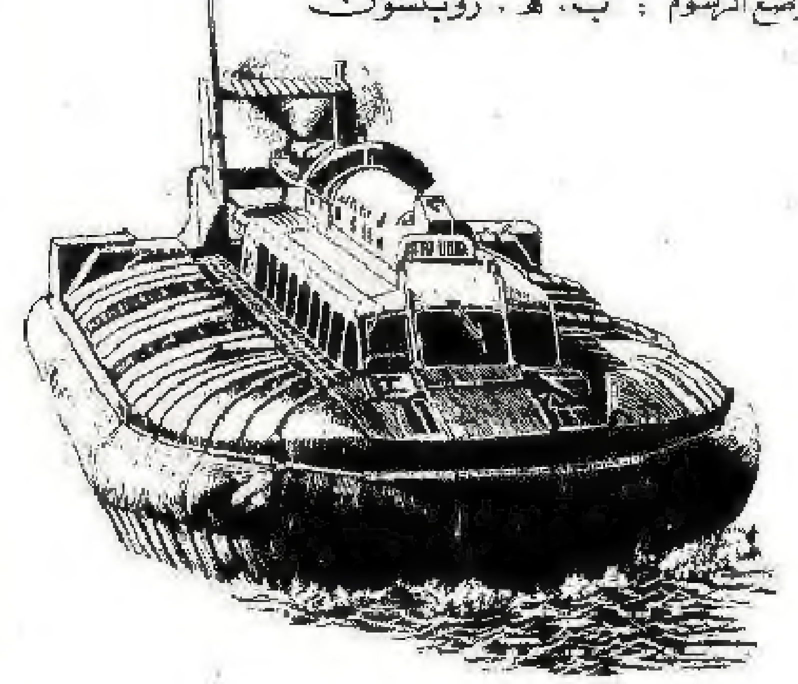
الحوّامةُ هي إحدى وَسائلِ ٱلنَّقلِ ٱلحديثةِ نِسْبيّاً ، وهي تختلِفُ عن ٱلمركبةِ ذاتِ ٱلعَجلاتِ كَما عن ٱلسَّفينةِ وٱلطائرةِ – لكِنَّها تَجمعُ الكثيرَ من إمكاناتِ وَسائلِ ٱلنَّقلِ ٱلثَّلاثِ هذه .

وهذا ٱلكِتابُ يَصِفُ لَكَ ، بِنَصٍّ مُيَسَّرٍ سَهْلِ ٱلفَهمِ ورُسُومٍ مُلوَّنةٍ رائعةٍ مُعَبِّرةٍ ، ٱلمَعالِمَ ٱلرئيسيَّةَ لِتَصميمِ ٱلحوّامةِ وطَرِيقَةِ عَمَلِها . كَذلِكَ يَعرِضُ بالشَّرحِ وٱلرَّسْمِ ٱلمَرْكَباتِ ٱلحَديثةَ ٱلَّتي تَعْمَلُ بِٱلمِخَدّاتِ ٱلهَوائيَّةِ وبَعضَ ٱلتَّطبيقاتِ ٱلعمليَّةِ على مَبدأ ٱلتَّوسيدِ ٱلهوائيِّ .

طبع في انكلترا
١٩٨٠

كَيفَ تعمَل
الحَوّامَة

تأليف : إ. س. هايدن
نقله الى العربية : أحمد شفيق الخطيب
وضع الرسوم : ب. هـ. روبنسون



مكتبة لبنان



الحوّامةُ وكيفَ تعملُ

الحوّامةُ نوعٌ جديدٌ تماماً من وسائلِ ٱلنَّقلِ ، وهي تختلِفُ بشكلٍ مرموقٍ عنِ ٱلمركباتِ ذاتِ ٱلعجلاتِ وعنِ ٱلسُّفُنِ وٱلطائراتِ أيضاً . لكنَّ ٱلحوّامةَ تجمعُ ٱلكثيرَ مِن إمكانات وسائلِ ٱلنَّقلِ ٱلثلاثِ هذِه – فهي تستطيعُ نقلَ الأحمالِ ٱلثقيلةِ برّاً وفوقَ ٱلماءِ ، كما أنَّها تعملُ محمولةً على ٱلهواء .

تحومُ ٱلحوّامةُ ، أو تطفو ، فوقَ وِسادةٍ مِنَ ٱلهواءِ ، لِذلِكَ تُدعى ٱلحوّاماتُ أحياناً ٱلمركباتِ ذاتَ ٱلتوسيدِ ٱلهوائيّ . وٱلواقعُ أنَّه إذا أمكنَ جعلُ ٱلمركبةِ تطفو فوقَ مِخدّةٍ هوائيّةٍ فإنَّه يتسنّى تحريكُها في أيِّ ٱتّجاهٍ بِقُوّةٍ ضئيلة . ولا بُدَّ من جهازِ توجيهٍ دقيقٍ لِقيادةِ مِثلِ هذه ٱلمركبةِ مِنْ مكانٍ إلى آخرَ بِسلامٍ ، إذْ إنَّهُ من ٱلسّهلِ على ٱلرِّياحِ وٱلأمواجِ تحويلُها عنْ مسارِها ٱلصَّحيح . وأجهزةُ ٱلتحكُّمِ في ٱلحوّامة دِيناميّةٌ (حَراكيّةٌ) هوائيّةٌ – شبيهةٌ إلى حدٍّ كبيرٍ بأجهزةِ قيادةِ ٱلطائراتِ – فليسَ بينَ ٱلحوّامةِ وٱلسَّطحِ ٱلّذي تنتقِلُ فوقَهُ ، على العموم ، أيُّ تماسٍّ ماديٍّ .

ويُشاهَدُ في ٱلرَّسمِ ٱلمقابِلِ صُورةٌ لِحوّامةٍ (من طِرازِ س ر ن ٦) تعمِلُ على خطٍّ نِظاميٍّ لِنقلِ ٱلرُّكاب . وفي ٱلصَّفَحاتِ ٱلتالِيةِ وصفٌ لِلمَعالِمِ ٱلرئيسيّةِ لِتصميمِ ٱلحوّامةِ وطريقةِ عملِها .

التَّجارِبُ الأُولَى : المِخَدّاتُ الهوائيَّةُ العاليةُ الضَّغْطِ

انْقَسَمَ المُهَندِسُونَ فيمَا يَختَصُّ بتَطبيقِ مَبدأ «الحَوّامةِ» على المَرْكَبات إلى فريقَين ، في مَدَى السَّنواتِ الماضيةِ – فَفَريقٌ ارتأى دَعْمَ المَركَبةِ على مِخَدّاتٍ من الهواءِ العالي الضغطِ بينَما ارتأى الفريقُ الآخَرُ دَعْمَها على «وِسادةٍ» من الهواءِ الخفيضِ الضَّغْطِ .

لَقد كانَ اتِّجاهُ التفكيرِ أوّلًا نحوَ التصميمِ ذِي مِخَدّاتِ الهواءِ العالي الضَّغْطِ ، على اعتبارِ أنَّ هذه المِخَدّاتِ قَد تَحِلُّ مكانَ العَجَلاتِ في مَرْكَبةٍ ما كالسيّارةِ مثلًا . لكنَّ هذا الاتّجاه جابَهَتْهُ مُشكِلَتان – أوّلُهما أنَّ رَفْعَ المَركَبةِ فوقَ مِخَدّاتٍ من الهواءِ العالي الضَّغْطِ إلى ارتفاعٍ يُمَكِّنُها من التنقُّلِ هُوَ أمرٌ بالِغُ الصُّعوبةِ وينْطوي على هَدْرٍ غيرِ عَمَليٍّ للطاقةِ ما لَمْ يكُنِ السَّطْحُ الّذي تَنْتَقِلُ فوقَهُ المَركَبةُ فائقَ المَلاسةِ . والمُشكِلَةُ الثانيةُ تتعلّقُ بالدَّفْعِ – إذ إنّهُ في اللحظةِ الّتي ينقَطِعُ فيها تَماسُّ المَركَبةِ المادّيُّ بالأرضِ لا بُدَّ من إيجادِ وسيلةِ دَفْعٍ جديدةٍ كَبَديلٍ لِوسيلةِ الدَّفْعِ الّتي تُؤدّى عادةً بالعَجَلاتِ .

ونَتيجةً لِهاتَيْنِ المُشكِلَتينِ ظَلَّت فِكرةُ هذا النَّوعِ من المَركَبةِ الحَوّامةِ مُقتَصِرةً على تَصميمِ ما يُعرفُ بالقِطارِ الحَوّاميِّ . فخُطوطُ السِّكَّةِ الحديديةِ تَضْمَنُ السَّطحَ الأملسَ المِثاليَّ لِعَمَلِ مِخَدّاتِ الهواءِ العاليةِ الضَّغْطِ وهي أيضًا تَحُلُّ مُشكِلَةَ القيادةِ إذ إنَّ المَركَبةَ تكُونُ حينئذٍ في وَضعٍ مِثاليٍّ المُلاءَمةِ للاندفاعِ بمُحَرِّكٍ هوائيٍّ مثلًا أو بمُحَرِّكٍ خَطّيٍّ كَهْرَبائيٍّ .

وتَرى في الرسمِ المُقابِلِ توضيحًا لِمَبدأ المِخَدّةِ الهوائيّةِ العاليةِ الضَّغْطِ ، وتَطبيقًا عَمَليًّا على هذه المِخَدّةِ يُمكِنُ استخدامُهُ في القِطارِ الحَوّاميِّ .

حَقنُ الهواءِ العالي الضَّغْطِ

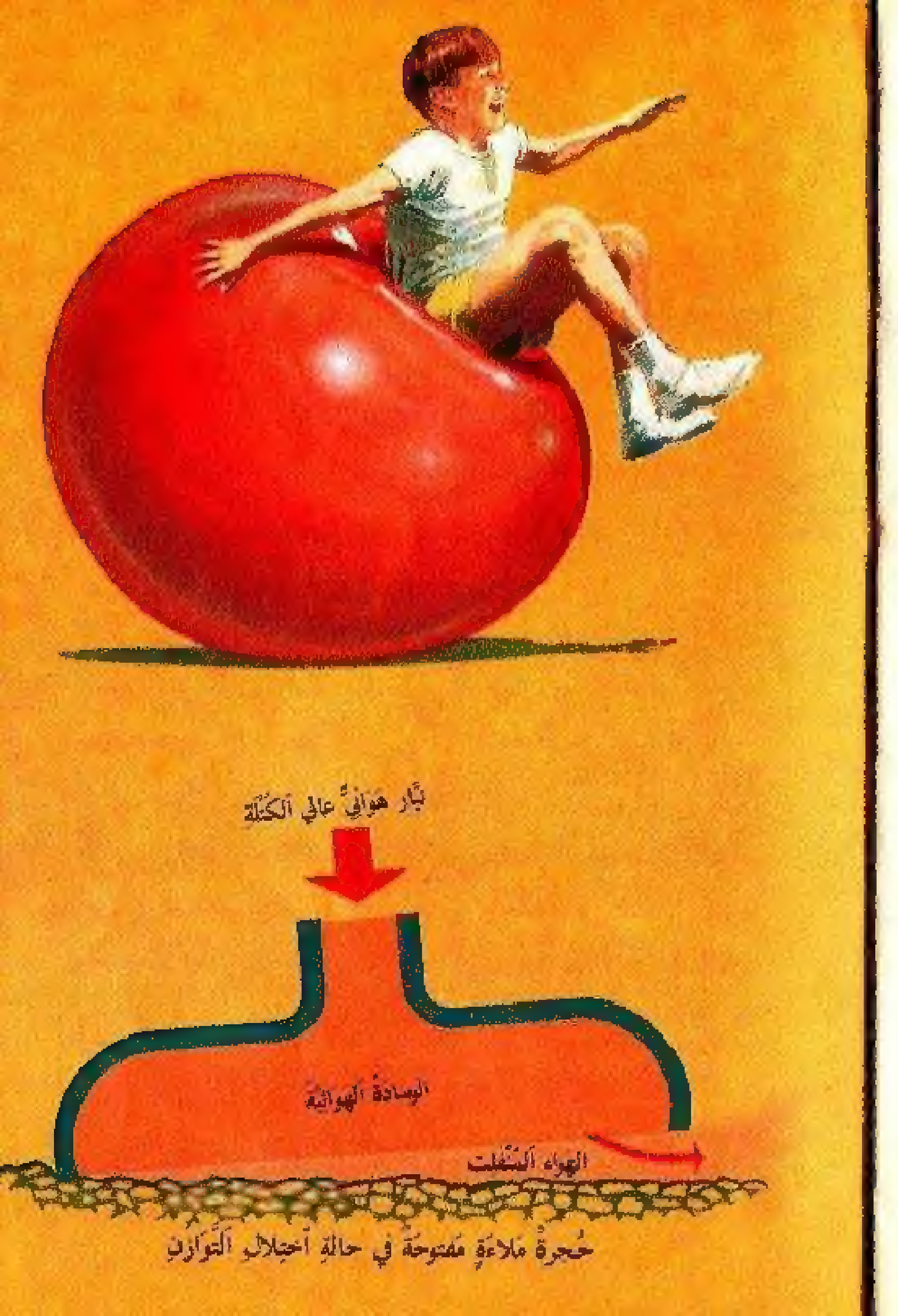
مِخَدّةٌ هوائيّةٌ بَسيطةٌ

مَدخَلُ الهواءِ العالي الضَّغطِ

قَضيبُ سِكّةٍ حَديديٍّ

إحدى المِخَدّاتِ الهوائيّةِ العديدةِ الّتي تحمِلُ القِطارَ

مِخَدّةٌ هوائيّةٌ لِقِطارٍ حوّاميٍّ



حُجرةُ مَلاءةٍ مَفتوحةٍ في حالةِ ٱختلالِ ٱلتوازُنِ

الوِسادةُ ٱلهَوائِيّةُ – حُجْرَةُ ٱلمَلاءَةِ

لَقَد نَشَأَت فِكْرَةُ حَمْلِ ٱلمَرْكَبات فوقَ وِسادةٍ هَوائِيَّةٍ كَنَتيجةٍ لِلمُحاوَلاتِ ٱلسّابِقَةِ لِتَطويرِ وَسائِلَ تُساعِدُ ٱلطائِراتِ على ٱلإقلاعِ عُمودِيًّا وكَذَلِكَ مِنَ ٱلتَجارِبِ ٱلمُستَمِرَّةِ رَغْبَةً في زِيادةِ سُرعَةِ ٱلزَّوارِقِ بِنَفْثِ ٱلهَواءِ تَحتَها لِتَيْسيرِ ٱنْسِيابِها فَوقَ ٱلماءِ. فقد ٱستُخْدِمَتْ مِدْسَراتٌ (أو رَفّاصاتٌ) على شَكْلِ مَراوِحَ لِتَزويدِ ٱلمَركَبِ بِقُوَّةِ «رَفْعٍ» حامِلَةٍ، وذلك بِإبقاءِ ٱلفَجوةِ في أسفَلِهِ مَليئَةً بِٱلهَواءِ ٱلخَفيضِ ٱلضَّغْطِ (والعالي ٱلسُّرعةِ) بِشَكْلٍ مُداوِمٍ. وهكَذا يُرْفَعُ ٱلمَركَبُ فوقَ ٱلهواءِ ٱلمُنْدَفِعِ مُنْفَلِتًا عَبْرَ جَوانِبِهِ. وَقَد دُعِيَتْ هذِهِ ٱلفَجوةُ حُجرةَ المَلاءَةِ وهيَ أَنجَعُ أَنواعِ ٱلتَّوسيدِ ٱلهوائِيِّ.

وكانَ لا بُدَّ من ٱستِخْدامِ مُحَرِّكٍ ومِدْسَرةٍ عالِيَيِ ٱلقُدرَةِ وٱلكَفاءَةِ لإمدادِ حُجرةِ ٱلمَلاءَةِ بِتَيّارٍ هَوائِيٍّ عالي ٱلكُتلةِ لِمُداوَمَةِ عَمَلِيَّةِ ٱلرَّفعِ بِنَجاحٍ. وٱلحقيقةُ أنَّه لا بُدَّ من أنْ يكونَ تَيّارُ ٱلهواءِ هذا أعظَمَ من ذلكَ ٱلَّذي يُمكِنُهُ ٱلانفِلاتُ من تَحتِ جوانِبِ حُجرةِ ٱلمَلاءَةِ. ومَعَ ذلكَ فلَمْ تَكُنْ تَتوافَرُ وَسيلةٌ لِضَمانِ تَوزيعِ ٱنفِلاتِ ٱلهواءِ بِكَمِّيّاتٍ مُتَساوِيَةٍ من مُختَلِفِ جَوانِبِ هٰذهِ الحُجرةِ.

وظَلَّت مُشكِلَةُ ٱلاستِقرارِ تُواجِهُ أيَّ مَركَبَةٍ تَتَوَسَّدُ حُجرةَ مَلاءَةٍ هَوائِيَّةً. وهذا يُشبِهُ إلى حَدٍّ كبيرٍ وَضْعَكَ جالِسًا فَوقَ كُرةٍ مَطّاطِيَّةٍ كبيرةٍ بالِغَةِ ٱللُّيونَةِ – فما أنْ تَفقِدَ تَوازُنَكَ قليلًا حتّى تَنقَلِبَ بِكَ ٱلكُرةُ. وكذلكَ كانَ حالُ ٱلمَركَبةِ فوقَ حُجرةِ ٱلمَلاءَةِ – يَكفي ٱختِلالٌ بَسيطٌ في ٱلتوازُنِ لارتِطامِ أحَدِ جَوانِبِها في ٱلأرضِ بَيْنَما يَنفَلِتُ مُعظَمُ ٱلهواءِ من ٱلجانِبِ ٱلمُقابِلِ.

حِجابُ ٱلزَّخْمِ

أَظْهَرَتِ ٱلتَّجارِبُ أَنَّ إِمكاناتِ تطويرِ ٱلحَوّامةِ ذاتِ حُجرةِ ٱلمَلاءَةِ تُبَشِّرُ بِٱلنجاحِ ، لكِنْ ظَلَّت تُجابه هذا النوع أيضًا مُشكِلَةُ ٱلاستِقرارِ والحاجةُ إلى قُدرةٍ هائلة تُبقي ٱلحوّامةَ على ٱرتفاعٍ كافٍ لِتَحويمها . وقد ٱستُخدِمَت في بَعضِ ٱلنَّماذِجِ ٱلأُولى مَنافِثُ هواءٍ عالي ٱلضَّغط لِحفظ توازُنِ ٱلحوّامةِ أو لِتعديلِ توازُنِها ، وكانَ ٱلتحكُّمُ في هذه ٱلمنافِثِ يَتِمُّ من غُرفةِ ٱلقيادة . إلاّ أنَّ مُشكِلَةَ ٱستِقرار توازُنِ ٱلحوّامة فَوقَ وِسادَتِها ٱلهوائيّة ظلّت قائمةً .

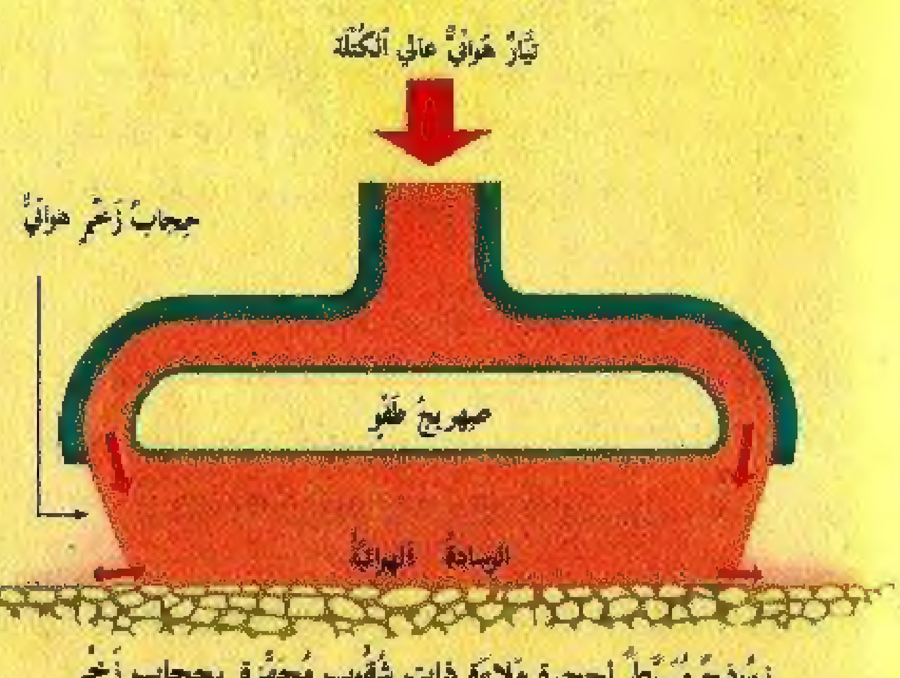
وللتغلُّبِ على هذه ٱلمُشكِلاتِ تَمَّ تطويرُ حُجرةِ مَلاءَةٍ ذاتِ حِجابٍ للزَّخمِ يحفَظُ كَمِيَّةَ ٱلتحرُّكِ في ٱلحوّامة . فَوُضِعَ بداخِلِ حُجرة ٱلمَلاءَةِ هيكلٌ صُندوقِيٌّ يكادُ يَملَأُها تارِكًا شَقًّا ضَيِّقًا حَولَه بينَ مُحيطه وجُدرانِ ٱلحُجرةِ ٱلتي ظَلَّت بِٱلطَّبعِ مَفتوحةً من أسفَلِها . وهكذا أمكَنَ إحداثُ حِجابٍ من ٱلهَواءِ ٱلمُتَدَفِّقِ ٱلمائِلِ إلى ٱلدّاخِلِ حِفاظًا على ٱلوِسادَةِ ٱلهوائيّةِ .

وقد حَقَّقَتْ هذه ٱلتدابيرُ لِلحوّامَة ٱرتفاعاتِ تَحويمٍ أَعلى بِقُدرةٍ أَقلَّ ، كما حَلَّت مُشكِلَةَ توازُنِها إذ أصبَحَ بِمَقدورِ ٱلرُّبّانِ ٱلتحكُّمُ بتدفُّقِ ٱلهواءِ إلى حِجابِ ٱلزَّخمِ وبذلك يتسنّى له ٱلمحافَظَةُ على استقرارِ ٱلحوّامة وتَعديلُ توازُنِها بِسُهولةٍ . وفي تَصميمٍ لاحِقٍ سُدَّ أَسفَلُ ٱلحُجرةِ وتُرِكَت به شُقوبٌ لإمرارِ ٱلهواء . (انظرِ ٱلشَّكلَ ٱلعُلويَّ في ٱلرَّسمِ صفحة ١٣) .

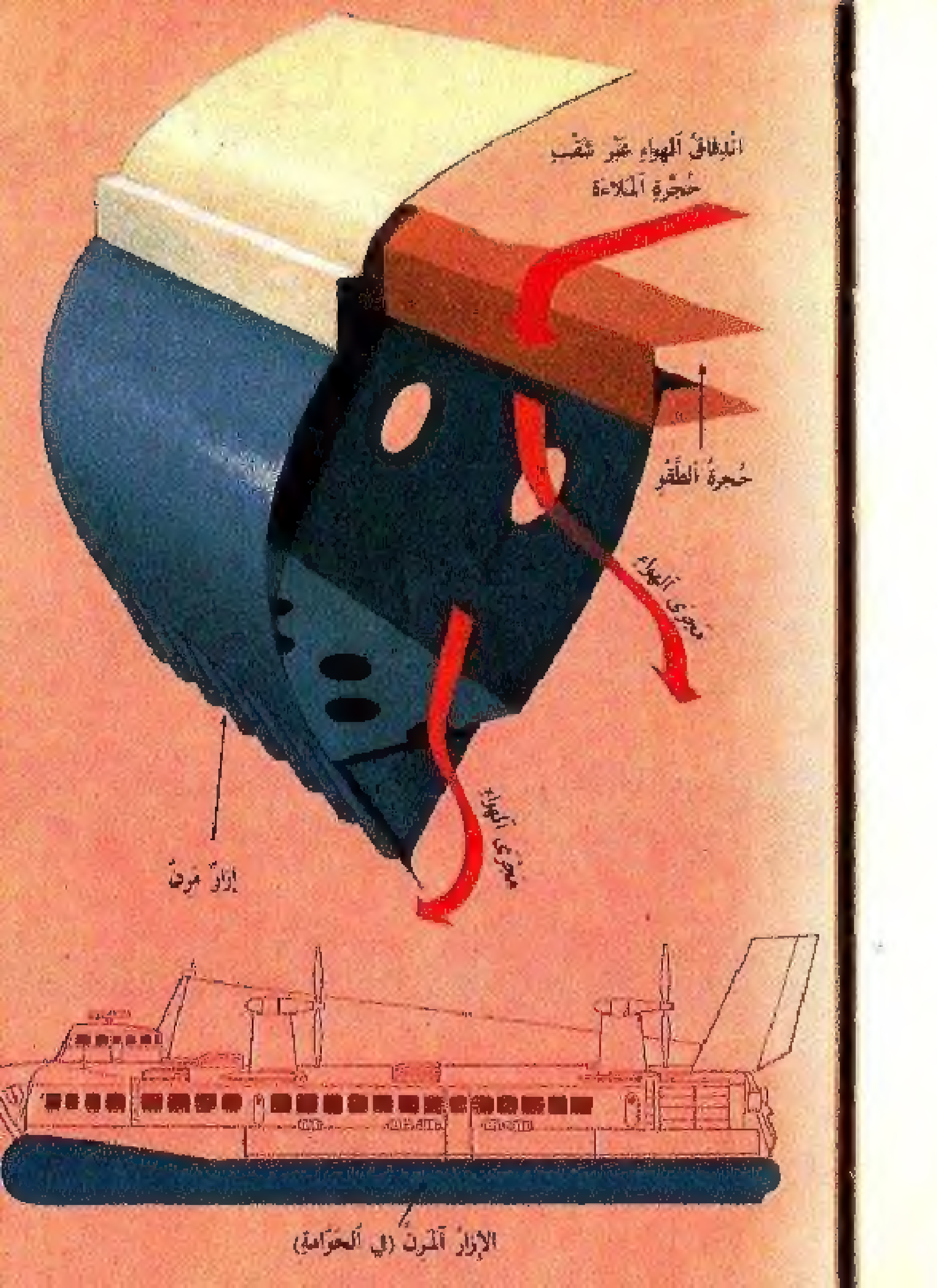
وهُنالك فائدةٌ إضافيّة لِلهيكَلِ ٱلصُّندوقِيِّ في حُجرة ٱلمَلاءَة ، إذ يُمكِنُ جَعلُه سَدودًا لِلماء بِحَيثُ يَخدُمُ كَصِهريجِ طَفوٍ يَحمِلُ ٱلحوّامةَ حينَما تستَقِرُّ على ٱلماءِ .



نَموذَجٌ أَوَّليٌّ لِحُجرة مَلاءَةٍ مُزَوَّدَةٍ بِمنافِثِ هواءٍ عالي الضَّغطِ لِحفظ توازُنِ الحوّامة



نَموذَجٌ مُبَسَّطٌ لحجرة مَلاءَةٍ ذاتِ شُقوبٍ مُجهَّزةٍ بِحِجابِ زَخمٍ



إزار الحوامة

باستخدام حجرة الملاءة المزودة بحجاب الزخم أصبح بالإمكان بناء حوامة صالحة للعمل ، والحقيقة أن أول حوامة قطعت القنال الإنكليزي كانت مصممة على هذا النحو . لكن علو التحويم ظل خفيضاً ما لم تبذل الحوامة قدرة فائقة وغير اقتصادية لزيادته ، وكان هذا ضرورياً لتفادي المضايقات الناتجة حتى عن الأمواج الصغيرة أو الحيود الحصباوية المجتمعة على الشاطئ بفعل المد والجزر .

وقد تم تطوير إزار الحوامة للتغلب على هذه المضايقات ، وهو عبارة عن حاشية مرنة مثبتة تحت الحواف السفلية لثقب حجرة الملاءة . فعندما ترتفع الحوامة إلى أعلى يمتد الإزار إلى أسفل لاحتجاز وسادة أعمق من الهواء . وهكذا مكن تطوير الإزار الحوامة من الاحتفاظ بمستوى أدائها العادي وسرعتها عبر الأمواج العالية جداً كما مكنها من اجتياز الحيود الحصباوية والنتوءات الصخرية .

والإزار في الحوامة هو من أشد أجزائها حساسية ، فإذا لم يكن تصميمه متقناً تماماً كانت الرحلة على متنها غير مربحة . كذلك فإن الإزار نفسه يكون معرضاً للبلى السريع والتآكل المفرط إذا ظلت حفافه تترجح صعوداً وهبوطاً فوق سطح البحر .

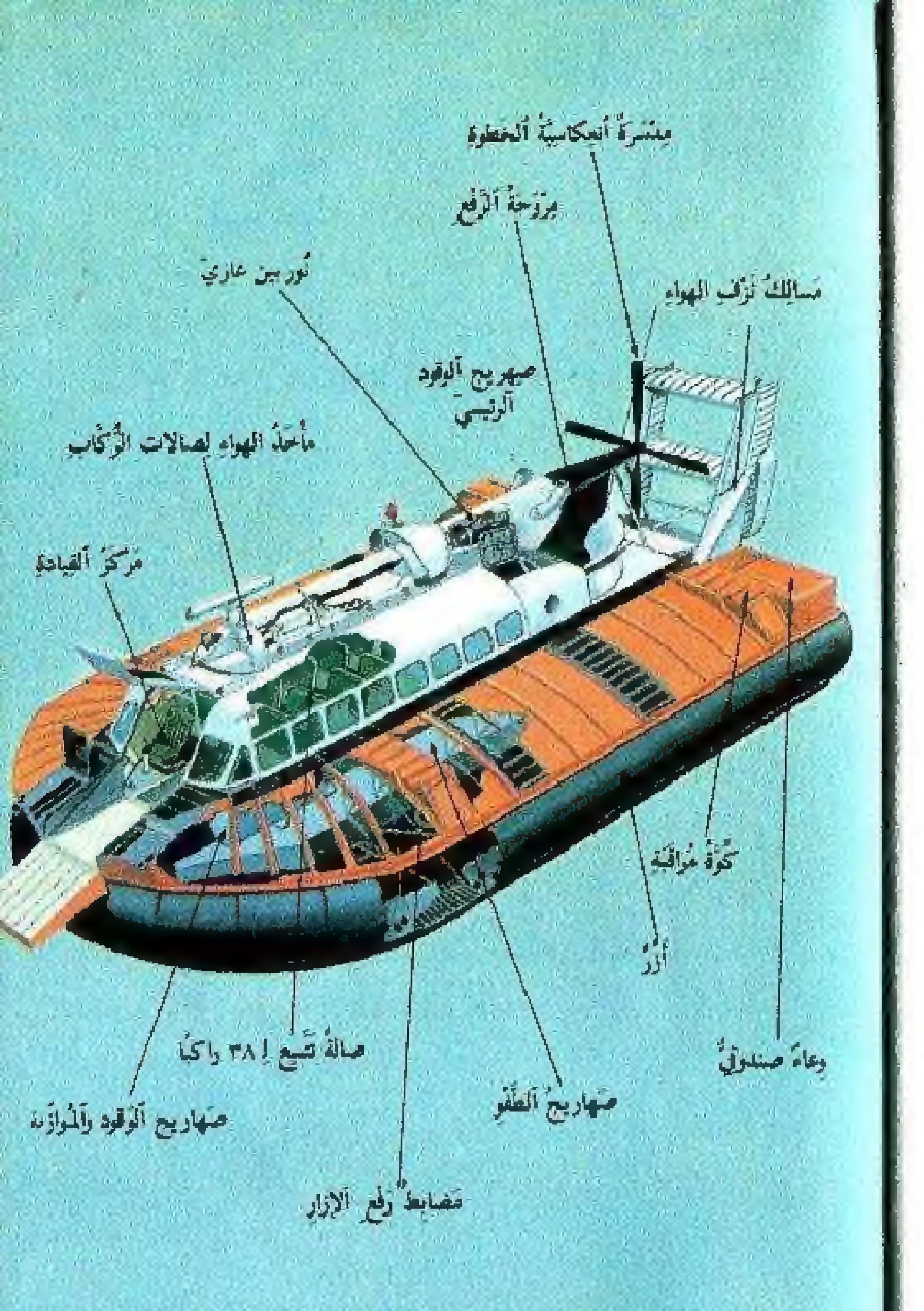
التركيبُ الأساسيُّ لِلحوّامةِ

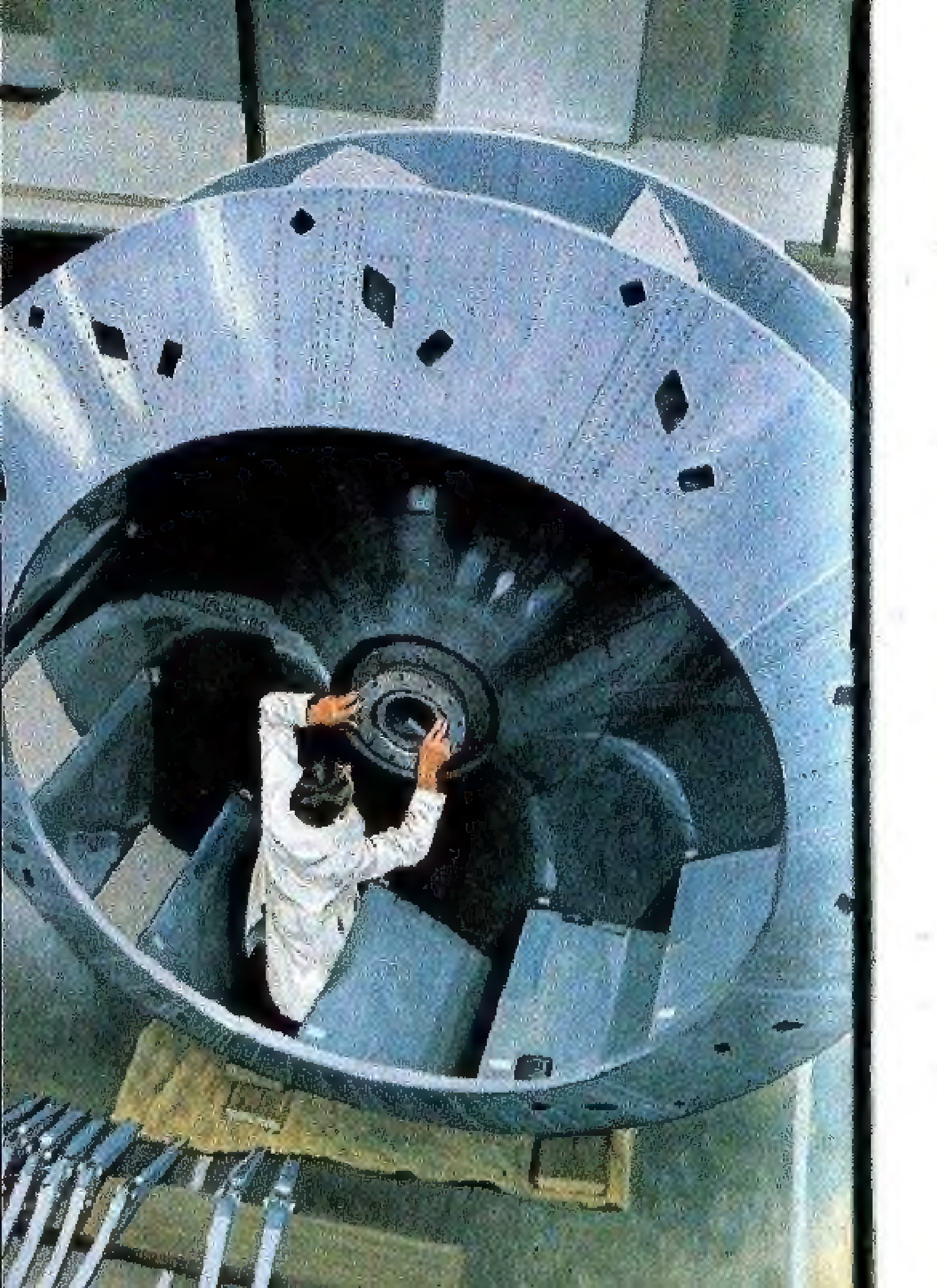
الثِّقْلُ الزائدُ عن الحاجة في أيِّ مَرْكَبةٍ للنَّقلِ مَضيعةٌ لِلوُقودِ ، وهذا يَصِحُّ بشكلٍ خاصٍّ على المَركباتِ المَحمولةِ بالهَواء . لِذا تُطبَّقُ في بِناءِ الحوّامةِ التِّقْنِيّاتُ نَفْسُها المُستخدَمةُ في صُنْعِ الطائرات وذلك لِضَمانِ المَتانةِ القُصوى بالوزنِ الأَدْنى .

والهَيكَلُ الأساسيُّ لِلحوّامة هو حُجرةُ مَلاءَةٍ ضَخمةٌ مُنبسِطةُ السَّطحِ مُستطيلةٌ أو إهليلجيّةٌ «بَيْضَوِيّةُ» الشَّكل . وتُثَبَّتُ فَوقَ هذا السَّطحِ غُرَفُ الرُّكّابِ والمُحرِّكاتُ وأجهزةُ القِيادةِ ومآخِذُ الهواءِ لِحُجرة المَلاءَة . في المَركباتِ الأُحاديّةِ المُحرِّكِ تُثَبَّتُ مآخِذُ الهواءِ والمُحرِّكُ في المُؤخَّرةِ بَينما تَشغَلُ مَقصورةُ الرُّكّابِ أو عَنْبَرُ البِضاعة مُقدِّمةَ الحوّامة . وتُجعَلُ مآخِذُ الهواء عاليةً قدرَ الإمكانِ لِتَفادي دُخولِ الرَّشاشِ والغُبارِ فيها .

أمّا صِهريجُ الطَّفْوِ فيُركَّبُ بِداخِلِ حُجرةِ المَلاءَة بحيثُ تَبقى فُسحةٌ فَوقَ سَطحِه وشَقٌّ حَوْلَ جَوانِبِه . ويُراعى في الفَجَواتِ التي تَمُرُّ بِها الوِسادةُ الهوائيّةُ أن تكونَ السُّطوحُ مَلساءَ بالبرشامات المُتَساطِحةِ وأن تكونَ المُنحنَياتُ والحَوافُّ سَلِسةً لا تُعيقُ انسيابَ التيارِ الهوائيِّ فتُعطي الوِسادةَ الهوائيّةَ الفَعّاليّةَ القُصوى .

وتُثَبَّتُ في أقصى المُؤخَّرةِ مَجموعةٌ من الدفّاتِ وسُطوحِ الذَّيْلِ الأُفقيّةِ لِضَبطِ اتِّجاهِ الحوّامةِ .





مِرْوَحَةُ ٱلرَّفْعِ

يَكفِي أَن يُزَادَ ٱلضَّغْطُ في حُجرة ٱلمِلاءَة قَليلًا فوقَ ٱلضَّغْطِ ٱلجَوِّيِّ لِتَرتفِعَ ٱلحَوَّامةُ ، ولكِنَّ ذلكَ لَيسَ بِٱلأَمرِ ٱلهَيِّن . فَلا بُدَّ من بَذلِ عِنايَةٍ فائقَةٍ في تَصميمِ ٱلمَسالِك ٱلهوائِيَّةِ بِحَيثُ تكُونُ سَلِسَةً قَليلةَ ٱلمُنحَنَياتِ إلى ٱلحَدِّ ٱلأَقصى ، وكَذلك لا بُدَّ مِنَ ٱستِخدامِ مَراوِحِ رَفْعٍ فائقَةِ ٱلكَفاءَةِ .

إنَّ قُطرَ مِروحةِ ٱلرَّفعِ ٱلمُستخدمةِ في ٱلحوَّامة ٱلصغيرة ٱلمُجَهَّزَة بِحجابٍ رَخْمٍ يَزيدُ على ٱلمِترَيْن وعُمقَها يُقارِبُ نِصفَ مِتْرٍ . ومِثلُ هذه ٱلمِروحَةِ تحتَاجُ إلى قُدرةٍ ضَخْمةٍ لِتَدويرِها ، وتُستَخدَمُ لِتَزْوِيدِها مُعظَمُ ٱلقُدْرةِ ٱلَّتي يُوَلِّدها مُحَرِّكُ ٱلحَوَّامَة . وتَرى في ٱلرَّسْمِ ٱلمُقابِلِ صُورةَ ٱلمِروحة ٱلمُستَخدَمة في إحدى ٱلحوَّامات ٱلعامِلَة في عُبُورِ ٱلقَنالِ ٱلإنكليزيِّ ويُمكِنكَ تَقديرُ حَجمِها بِٱلمُقابلة مع حَجمِ ٱلرَّجلِ ٱلَّذي يبدُو بِداخِلِها . ولِهذه ٱلمِروحة إثنتا عَشرَةَ رِيشة وقُطرها حوالَى ثلاثة أمتارٍ ونِصفِ ٱلمِتْرِ .

وتُصَمَّمُ مِروحَةُ ٱلرَّفعِ بِعنايَةٍ بالِغةٍ ، وهيَ إحدَى أَهمِّ ٱلأَجزاءِ في ٱلحَوَّامة . فبِٱلإضافَةِ إلى كَونِها ذاتَ فَعَّالِيَّةٍ عالِيةٍ في ضَخِّ ٱلهواء إلى داخِلِ حُجرة ٱلمِلاءَة يَنْبغي لها أَنْ تُوازَنَ بِدقَّةٍ فائقةٍ إذْ إنَّ خَلَلَ تَوازُنِها يُحدِثُ ٱهتِزازًا يُمزِّقُ بِنيَةَ ٱلحَوَّامةِ .

ويُركَّبُ ذِراعُ تَدويرِ ٱلمِروحةِ في وَضْعٍ عَموديٍّ (انظُر صفحة ٢١) فَيَدفَعُ ٱلهواءَ إلى داخِلِ حُجرة ٱلمِلاءَة مُتعامِدًا مَعَ مِحورِ ٱلدَّوَرانِ .

قوة الرفع

نفترض أن وزن حوامتنا وما عليها من ملاحين ووقود وحمولة هو في حدود ألفي كيلوغرام، وأن طولها ستة أمتار وعرضها ثلاثة أمتار، أي أن مساحة الحوامة إذن هي ثمانية عشر مترًا مربعًا. ولكي تتمكن مركبتنا هذه من التحويم ينبغي أن يكون ضغط الهواء الإضافي في وسادتها معادلًا (أو زائدًا قليلًا على) ألفي كيلوغرام، وهذا يمثل ضغطًا مقداره مئة وأحد عشر كيلوغرامًا على المتر المربع الواحد.

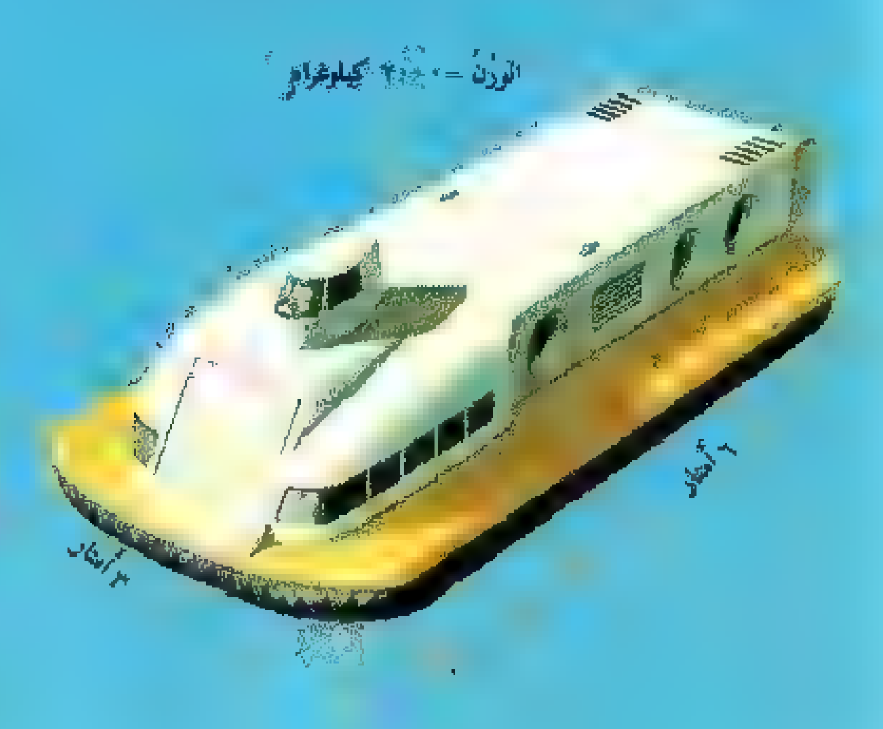
وجدير بالملاحظة قلة هذا الضغط (١١١ كلغم/م٢) بالمقارنة مثلًا مع الضغط الجوي العادي الذي يزيد على عشرة آلاف كيلوغرام على المتر المربع (الضغط الجوي العياري = ١٠٣٣٢ كلغم/م٢).

ويقدّر مصممو الحوامات من الخبرة التي تجمعت لديهم في هذا المضمار أن مداومة ضغط الهواء الوسادي بحوامة بمعدل مئة وأحد عشر كيلوغرامًا للمتر المربع الواحد تقتضي قدرة معدلها ثلاثة وأربعون حصانًا لكل متر مربع من مساحة حجابها الزخمي. ومساحة الحجاب هي طوله مضروبًا في ارتفاعه.

فالحوامة التي طولها ستة أمتار وعرضها ثلاثة يكون طول حجابها ثمانية عشر مترًا (ضعفا الطول وضعف العرض). فإذا أردنا التحويم على علو ثلاثين سنتيمترًا (٠٫٣ المتر) اقتضى ذلك قدرة كافية لتزويد الحوامة بحجاب زخمي مساحته خمسة وأربعة أعشار متر مربع (١٨ م × ٠٫٣ م = ٥٫٤ م٢). وعلى هذا تكون القدرة اللازمة لرفع الحوامة فقط هي حوالي ٢٣٣ حصانًا (بمعدل ٤٣ حصانًا للمتر المربع من مساحة الحجاب).

مساحة الحوامة ٦م×٣م = ١٨م٢

الضغط الوسادي اللازم لرفع الحوامة = ٢٠٠٠ كلغم ÷ ١٨م٢ = ١١١٫١ كلغم/م٢



علو التحويم ٣٠سم = ٠٫٣م

محيط الحجاب الزخمي = (٦+٦) + (٣+٣) = ١٨ مترًا

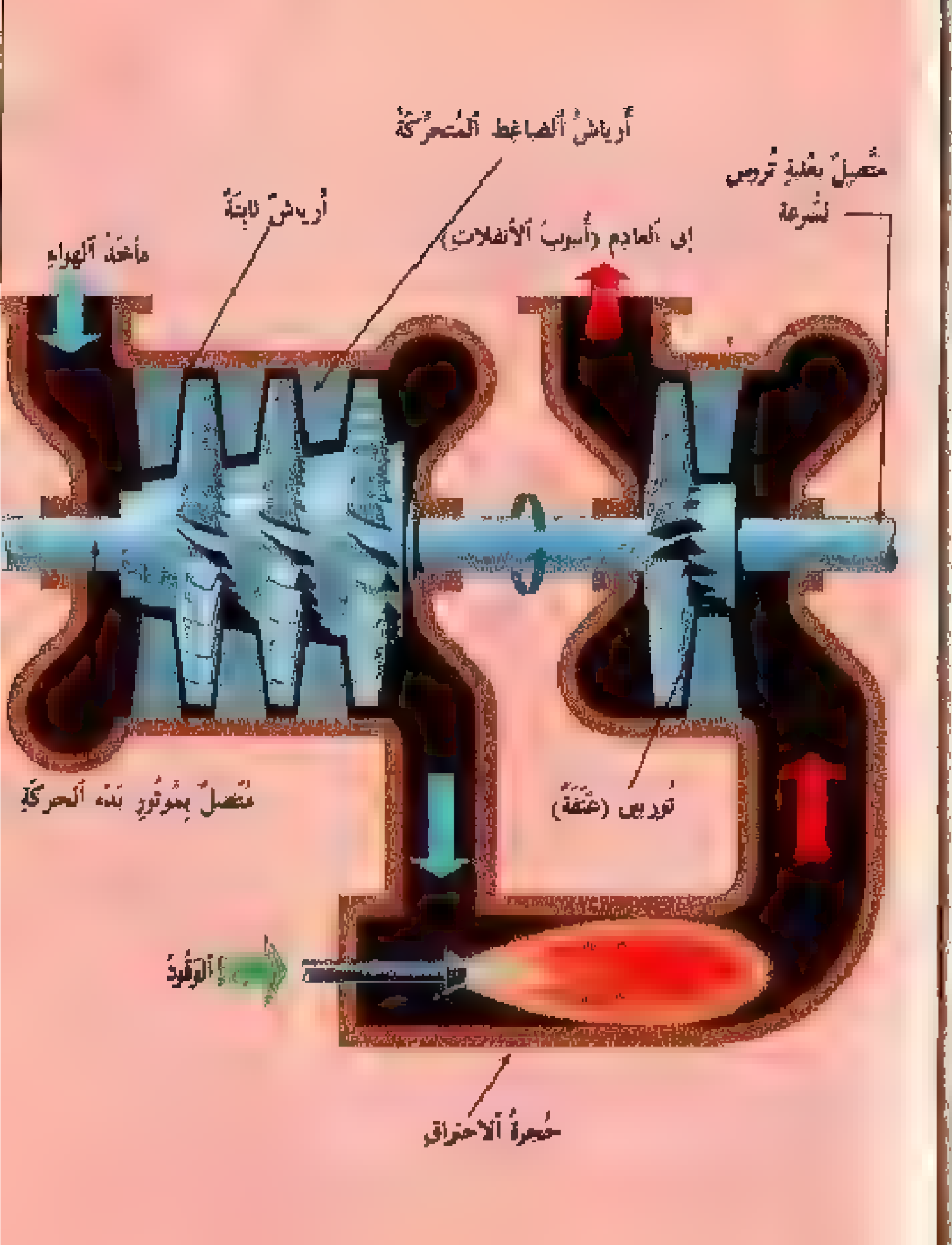
مساحة الحجاب الزخمي على علو تحويم ارتفاعه ٠٫٣ م = ١٨م×٠٫٣م = ٥٫٤م٢

ولما كان رفع الحوامة يقتضي ٤٣ قدرة حصانية لكل متر مربع من الحجاب الزخمي، فإن القدرة الإجمالية اللازمة لمداومة الرفع فقط = ٥٫٤ م٢ × ٤٣ قدرة حصانية/م٢ = ٢٣٢٫٢ حصانًا (أو قدرة حصانية)



إنّ مِدسَرةَ الدَّفعِ الّتي تُسيِّرُ الحَوّامةَ شَبيهةٌ بِمِدسَرةِ الطائرةِ ومُزوَّدةٌ بأرياشٍ مُتغيِّرةِ الخَطوة. ويُلاحَظُ منَ الرَّسمِ المُقابِلِ أنّ سُرعةَ دَورانِ المِدسَرةِ ثابِتةٌ بالنِّسبةِ لِسُرعةِ المُحرِّكِ ولِسُرعةِ مِروحةِ الرَّفعِ. وبما أنّ كَميّةَ الرَّفعِ اللّازِمةَ هِيَ العامِلُ الأساسيُّ في تَحديدِ سُرعةِ المُحرِّكِ فإنّ كميّةَ الدَّفعِ اللازمةَ لتسييرِ الحَوّامةِ يَجري ضَبطُها بتَغييرِ خُطوةِ المِدسَرة. ويُسمّى هذا التَّرتيبُ النِّظامَ المُتكامِلَ للرَّفعِ والدَّفعِ. وفي الحَوّاماتِ الّتي لها أكثرُ من مِروحةِ رَفعٍ (وبالتّالي مِدسَرةُ دَفعٍ) واحدةٍ يوجَدُ على العمومِ مُحرِّكٌ مُستقِلٌّ بِكُلِّ وَحدةٍ مِن مِروحةٍ ومِدسَرة.

والمَدابيرُ المُستَخدَمةُ في الحَوّاماتِ رُباعيّةُ الأرياشِ يَبلُغُ قُطرُها في المَركَباتِ الصَّغيرةِ حَوالَي الثلاثةِ أمتارٍ. أمّا في الحَوّاماتِ الكبيرةِ ذاتِ المَدابيرِ الأربعِ (من طراز س.ن.ر ٤) العامِلةِ عَبْرَ القَنالِ الإنكليزيِّ فيَبلُغُ قُطرُ كُلٍّ من الأرياشِ الأربعِ سِتّةَ أمتارٍ. وتُركَّبُ كُلٌّ من المَدابيرِ الأربعِ على عَمودٍ يُمكِنُ بَرْمُهُ لِتَغييرِ اتّجاهِ الدَّفعِ. وهَيكلُ الحَوّامةِ مُصمَّمٌ بحيثُ يُمكِنُ نَزعُ المُحرِّكاتِ والمَدابيرِ والأعمدةِ وعُلَبِ التُّروسِ لإجراءِ الإصلاحاتِ اللازمةِ دونَ الإخلالِ بتَوازُنِ مَراوحِ الرَّفعِ أو المَساسِ بالبِنيةِ الأساسيّةِ للحَوّامة.



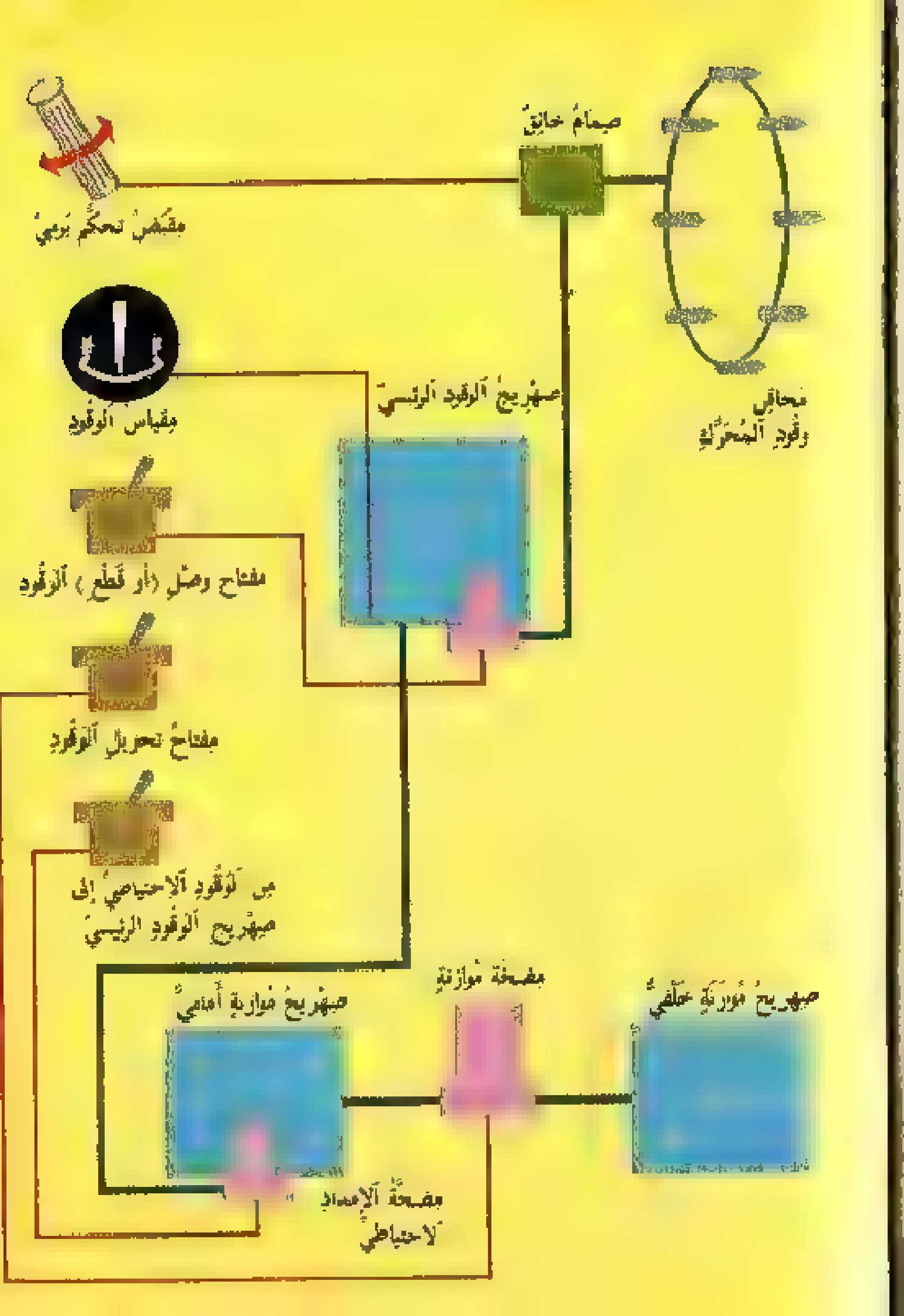
مُخَطَّطٌ مُبَسَّطٌ لِمُحَرِّكٍ تُوربِينِيٍّ غازِيٍّ

المُحرِّكُ

كانَتِ المُحَرِّكاتُ ذاتُ الكَبّاساتِ تُستَخدَمُ في تَسْيِيرِ الحَوّاماتِ الأُولى، لكِنَّ التُّوربِيناتِ الغازِيَّةَ هي المُفَضَّلَةُ حالِيًّا في النَّماذِجِ الحَدِيثَةِ. وهذا النَّوعُ مِنَ المُحَرِّكاتِ التُّوربِينِيَّةِ يُستَخدَمُ في الطّائِراتِ على نِطاقٍ واسِعٍ لأَنَّهُ أَصغَرُ وأَخَفُّ بِالمُقارَنَةِ مع المُحَرِّكاتِ الأُخرى مِن ذاتِ القُدرَةِ.

لِلمُحَرِّكِ عَمُودُ إِدارَةٍ رَئِيسِيٌّ مُثَبَّتٌ عَلَيْهِ ضاغِطٌ وتُوربِينٌ. ويَتَّصِلُ أَحَدُ طَرَفَيْ عَمُودِ الإِدارَةِ بِمُحَرِّكٍ (مُوتُور) صَغِيرٍ لِبَدْءِ الحَرَكَةِ بَيْنَما يَتَّصِلُ طَرَفُهُ الآخَرُ بِمِروَحَةِ الرَّفْعِ وعُلَبِ تُروسِ السُّرعَةِ لِلمِذْنَبَةِ. ويَبْدُو الضّاغِطُ والتُّوربِينُ كِلاهُما كَمَراوِحَ مُتَعَدِّدَةِ الأَرياشِ، وتَدُورُ أَجزاؤُهُما بِسُرعَةٍ فائِقَةٍ تَتَطَلَّبُ مَتانَةً في الصُّنْعِ ودِقَّةً في التَّصمِيمِ.

عِندَما يَبْدَأُ دَوَرانُ المُحَرِّكِ يَدفَعُ الضّاغِطُ الهَواءَ مِن مَآخِذِ هَواءِ المُحَرِّكِ ويَضغَطُهُ إلى حُجُراتِ الاحتِراقِ المُرَكَّبَةِ حَوْلَ المُحَرِّكِ. ثُمَّ يُنفَثُ الوَقُودُ (وهُوَ إِمّا بَنزِينٌ خَفِيضُ المَرْتَبَةِ أَو كِيرُوسِين) إلى حُجُراتِ الاحتِراقِ ويُشعَلُ. ويَتَمَدَّدُ الهَواءُ المَضغُوطُ بِسُرعَةٍ عِندَما يَسْخُنُ فَيَندَفِعُ مُتَدَفِّقًا عَبْرَ التُّوربِينِ نَحوَ العادِمِ. وكُلَّما ازدادَ ضَغطُ الغازِ تَتَزايَدُ سُرعَةُ التُّوربِينِ وتَزدادُ بِالتّالِي سُرعَةُ الضّاغِطِ. وتَستَمِرُّ سُرعَةُ المُحَرِّكِ في التَّسارُعِ حَتّى تَبلُغَ سُرعَةَ التَّشغِيلِ العادِيَّةَ لَهُ وهِيَ تَتَراوَحُ بَيْنَ خَمسَةَ عَشَرَ وعِشرِينَ أَلفَ دَورَةٍ في الدَّقِيقَةِ.



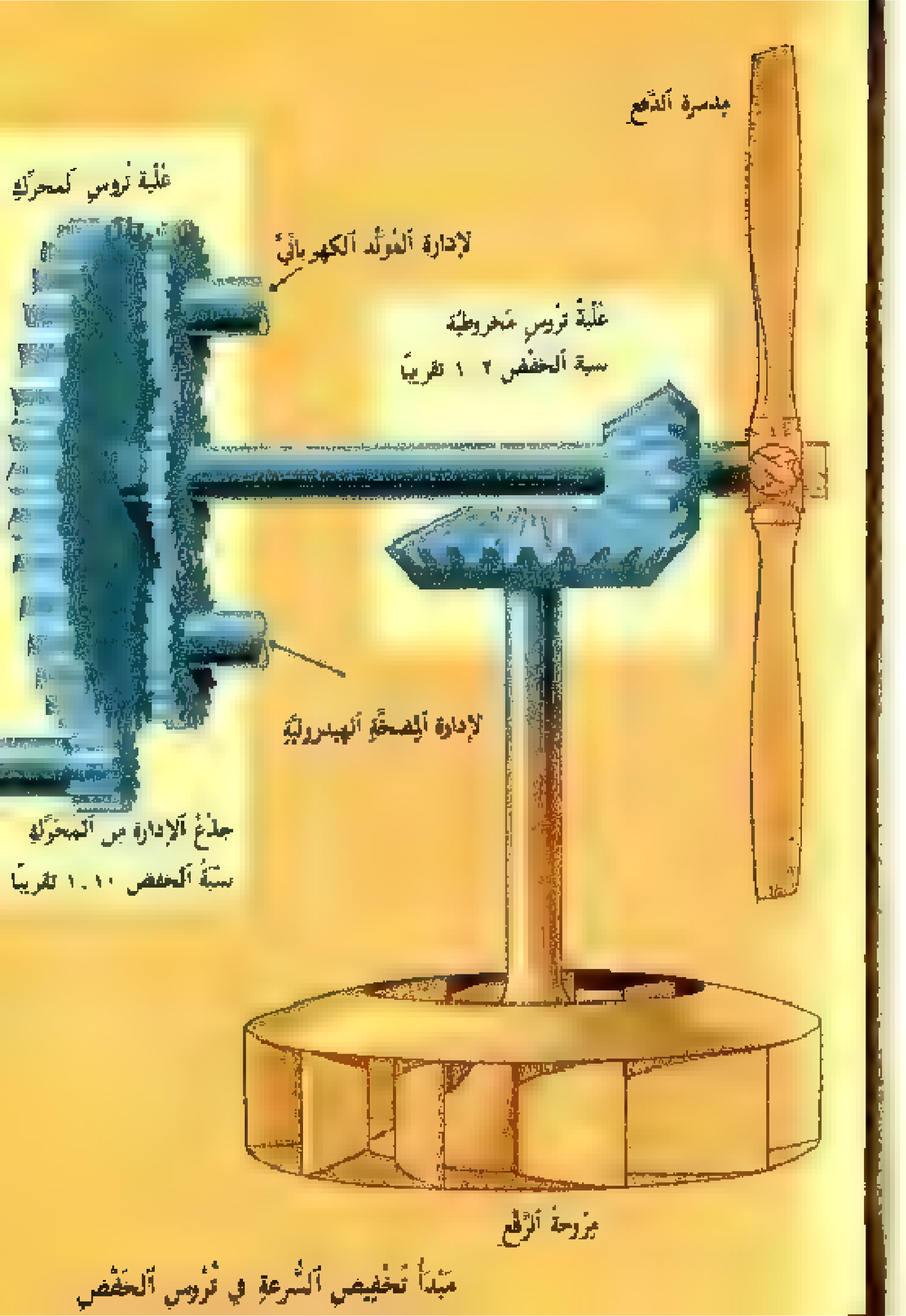
نِظامُ تَوزيعِ الوَقودِ

يَعْمَلُ التُّوربينُ الغازيُّ بِحَقْنِ الوَقودِ في حُجرةِ الاحتراقِ حَيْثُ يَشْتَعِلُ باستِمرارٍ ويَحْتَرِقُ فَيُسَخِّنُ الهواءَ الوارِدَ من الضاغِطِ ويُمَدِّدُهُ. أمّا شَبَكةُ تَوزيعِ الوَقودِ فَبَسيطةُ التَّركيبِ وتَتألَّفُ من صِهْريجٍ للوَقودِ ومِضَخَّةٍ وصِمامٍ خانِقٍ بالإضافةِ إلى عَددٍ من المَحاقِنِ مُسَدٍّ لِعَددِ حُجُراتِ الاحتِراقِ.

يُضَخُّ الوَقودُ نَحْوَ الصِّمامِ الخانِقِ بواسطةِ مِضَخَّةٍ تُدارُ بالكَهرباءِ. وعِندَ انْغِلاقِ الصِّمامِ الخانِقِ يَنْحَبِسُ الوَقودُ عنِ المُحَرِّكِ. وإذا أُديرَ مِقْبَضُ التحكُّمِ البَرميُّ يَنْفَتِحُ صِمامُ الخَنْقِ الكَهربائيُّ الإدارةِ ويُضَخُّ الوَقودُ خِلالَ المَحاقِنِ إلى حُجُراتِ الاحتِراقِ. ويَكونُ تَفَتُّحُ الصِّمامِ الخانِقِ مُتناسِباً مَعَ كَمِّيَّةِ بَرْمِ مِقْبَضِ التحكُّمِ، كما أنَّ سُرعةَ المُحَرِّكِ تَعتَمِدُ على كَمِّيَّةِ الوَقودِ المُندَفِعةِ عَبْرَ المَحاقِنِ.

وقد يُستخدَمُ الوَقودُ الاحتياطيُّ في مُوازَنةِ المَرْكَبةِ. وفي هذهِ الحالِ يُعَدَّلُ التَّوازُنُ بواسِطةِ مِضَخَّةٍ كَهربائيَّةٍ يَتحكَّمُ بإدارتِها مِفتاحٌ في مَركَزِ القِيادةِ. وعِندما تَدْعو الحاجةُ إلى استِخدامِ هذا الوَقودِ الاحتياطيِّ فإنَّهُ يُضَخُّ إلى صِهْريجِ الوَقودِ الرئيسيِّ ويُستَخدَمُ كالعادةِ.

وفي مَركَزِ القِيادةِ تُبَيِّنُ مُؤَشِّراتُ مَقاييسِ الوَقودِ كَمِّيَّةَ الوَقودِ المُتاحةَ في الصَّهاريجِ بِدِقَّةٍ بالِغةٍ.



مبدأ تخفيض السُّرعة في تروس الخفض

عُلبة تُروس السُّرعة (صندوق المُسنَّنات)

إنَّ سُرعةَ المُحرِّك التُّوربينيِّ العاديِّ (من ١٥ إلى ٢٠ ألفَ دورةٍ في الدقيقة) عاليةٌ جدًّا بالنِّسبة للمِروحةِ وللمِدسَرةِ. فمِروحة الرَّفع تحتاجُ إلى سُرعةِ تدويرٍ لا تتجاوزُ ألفَ دورةٍ في الدقيقة بينَما تدارُ مِدسَرةُ الدَّفع بسُرعةٍ تُقارِبُ ألفَيْ دورةٍ في الدقيقة، وقد يُديرُ المُحرِّكُ كذلك مُولِّداتٍ كهرَبائيَّةً ومِضخّاتٍ هيدروليَّةً (سائليَّةً). لِذا يُوصَلُ جذعُ الإدارةِ المُتَّصِلُ بالمُحرِّك إلى عُلبةِ مُسنَّناتٍ (تُروسٍ) يتفرَّعُ منها عَمودُ تدويرٍ رئيسيٌّ وعددٌ كافٍ من أعمدةِ التَّدويرِ الصَّغيرةِ لإدارة المُولِّدِ الكهرَبائيِّ والمِضخّاتِ التي يَسعى تشغيلُها.

يمتدُّ عَمودُ الإدارةِ الرئيسيِّ أُفقيًّا، بينَما يكونُ عمودُ تدويرِ مِروحةِ الرَّفعِ في الغالبِ عَموديًّا. وهٰذا التحويلُ في اتِّجاه عَمودِ الإدارة يَتِمُّ بواسِطة عُلبةِ تُروسٍ (مُسنَّناتٍ) مَخروطيَّةٍ يُمكِنُ بواسِطتِها أيضًا تغييرُ نِسبةِ السُّرعة إلى الحدِّ المطلوبِ.

ولمّا كانَ عَمودُ تدويرِ المِدسَرةِ هو في العادةِ امتدادٌ من عُلبةِ التروسِ المخروطيَّةِ، واستمرارٌ بالتّالي لِعَمودِ الإدارة الرئيسيِّ، كانَ من الضَّروريِّ استخدامُ مَجموعةٍ خافِضةٍ للسُّرعةِ في عُلبةِ التروسِ المخروطيَّة. فإذا كانت سُرعةُ تدويرِ المِدسَرةِ مثلًا ألفَيْ دورةٍ في الدقيقةِ (حينَما تكونُ سُرعةُ المُحرِّكِ التوربينيِّ عشرينَ ألفَ دورةٍ في الدقيقة) كانَ على عُلبةِ التُّروسِ المخروطيَّةِ تخفيضُ السُّرعةِ المنقولة إلى مِروحةِ الرَّفعِ بِنِسبةِ النِّصفِ تقريبًا، لِتُصبحَ ألفَ دورةٍ في الدقيقةِ. (انظُر الرَّسمَ في الصفحة المُقابِلة)



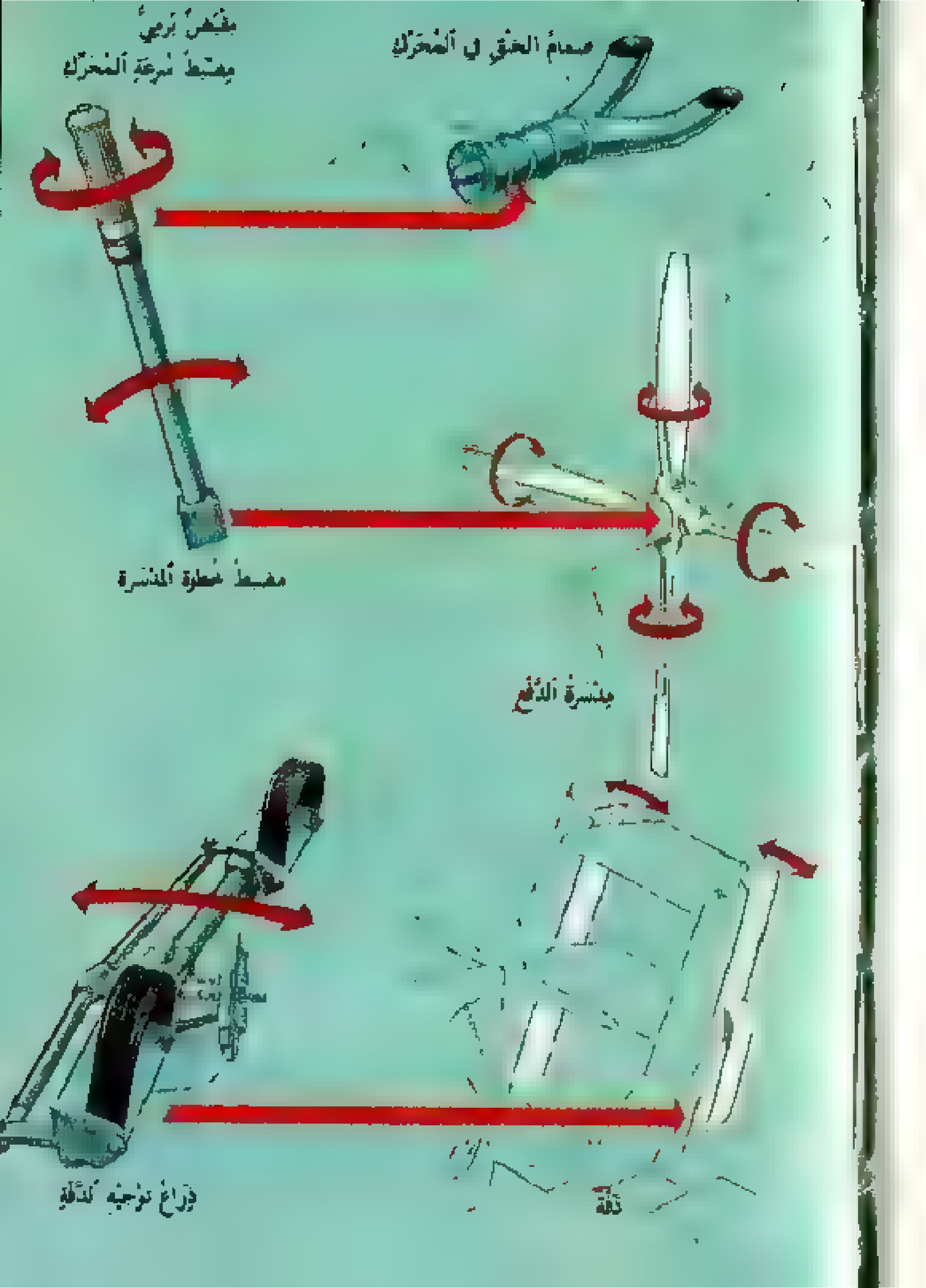
الجُنَيِّحاتُ وَالدَّفّاتُ وَسُطوحُ الذَّيْلِ

لَمّا كانَتِ الحَوّامَةُ مَرْكَبَةً تَعْمَلُ مَحْمولَةً بِالهَواءِ ، فَإِنَّ مُعْظَمَ الحَوّاماتِ تَسْتَخْدِمُ جُنَيِّحاتٍ (زَعانِفَ) مُوَرَّبَةً وَدَفّاتِ تَوْجيهٍ شَبيهَةً بِما تَسْتَخْدِمُهُ الطّائِراتُ العادِيَّةُ ، كَما أَنَّ بَعْضَها يَسْتَخْدِمُ واحِدًا أَوْ أَكْثَرَ مِنْ سُطوحِ الذَّيْلِ الأُفُقِيَّةِ.

وَتُرَكَّبُ الدَّفّاتُ وَسُطوحُ الذَّيْلِ قَريبًا مِنْ مُؤَخَّرَةِ المَرْكَبَةِ بِقَدْرِ الإِمْكانِ ، لِكَيْ تَتَحَقَّقَ لَها الفَعالِيَّةُ القُصْوى في ضَبْطِ تَوْجيهِ المَرْكَبَةِ. وَتَبْدو هٰذِهِ الدَّفّاتُ وَالسُّطوحُ كَبيرَةً بِالنِّسْبَةِ إِلى حَجْمِ الحَوّامَةِ وَذٰلِكَ لِيَتَسَنّى لَها تَزْويدُ المَرْكَبَةِ بِقُوَّةِ التَّوْجيهِ اللّازِمَةِ ، مِنْ دَفْعِ الدُّسُرَةِ فَقَطْ ، عِنْدَما تَتَوَقَّفُ الحَوّامَةُ أَوْ تَسيرُ بِسُرُعاتٍ خَفيضَةٍ.

أَمّا سُطوحُ التَّدْبيرِ الأُفُقِيَّةُ فَهِيَ عادَةً مِنَ النَّوْعِ الكُلِّيِّ الحَرَكَةِ – أَيِ الَّذي لا يوجَدُ بِهِ سُطوحُ رَفْعٍ مُنْفَصِلَةٌ ؛ وَهٰكَذا فَإِنَّ السَّطْحَ الَّذي يَتَحَرَّكُ بِكامِلِهِ يُسْتَخْدَمُ لِتَوْجيهِ الرَّأْسِ.

وَتُصْنَعُ الجُنَيِّحاتُ وَالدَّفّاتُ وَسُطوحُ الذَّيْلِ حَسَبَ الأُصولِ وَالمُواصَفاتِ المِعْيارِيَّةِ المُسْتَخْدَمَةِ في صِناعَةِ الطّائِراتِ . فَهِيَ كُلُّها خَفيفَةُ الوَزْنِ عالِيَةُ المَتانَةِ مَصْنوعَةٌ مِنْ سَبائِكَ خَفيفَةٍ ؛ وَمُغَطّاةٌ بِغِشاءٍ أَمْلَسَ لِإِكْسابِها الكَفاءَةَ القُصْوى.



قيادة الحوّامة

تتطلّب الحوّامة مبدئيًّا قوّتين – قوّة رفع وقوّة دفع. وتعتمد قوّة الرفع كلّيًّا على سرعة المحرّك الذي يدير مروحة الرفع. ويتمّ التحكّم في قوّة الرفع بإغلاق صمام الخنق أو فتحه في المحرّك، ومضبط التحكّم في صمام الخنق هو في العادة مقبض برمي في رأس عتلة مثبّتة إلى جنب الربّان. وهذه العتلة (الذراع) تتحكّم عادةً في خطوة المذراة أيضًا، فبتحريكها أمامًا تندفع الحوّامة إلى الأمام بسرعة متزايدة، وعند جرّها خلفًا تخفّ سرعة الحوّامة. أمّا إذا جرّت العتلة خلفًا بتجاوز حدًّا معيّنًا فإنّ ذلك يعكس حركة الحوّامة

ويتمّ التحكّم التوجيهي بواسطة دوّاسات توجيه الدفّات كما في الطائرات. وأحيانًا تُصنع أعمدة المذاري بحيث يمكن برمها لتُسهم في تيسير القيادة. كذلك قد تُستخدم منافث نفث صغيرة من حجرة الملاءة، في جوانب الحوّامة الأربعة، لتُساعد في عمليّة القيادة.

إنّ تحريك عتلة القيادة يشغّل محرّكًا صغيرًا في صرّة المذراة، وهذا المحرّك هو الذي يبدّل خطوة الأرياش في المذراة. وتتحرّك أرياش المذراة من خطوة الصفر (حيث ينعدم الدفع) إلى الخطوة الكبيرة – وكلّما كبرت خطوة الأرياش ازدادت سرعة الحوّامة. أمّا إذا عُكست خطوة الأرياش فإنّ المركبة تسير بنحوٍ خلفيّ.

إنّ أجهزة القيادة في الحوّامات قد تختلف، ولكنّها جميعها تعمل حسب المبدإ نفسها.

مضخّة نقل الوقود

مفتاح التحكّم في أنظمة الوقود

سطح ذيلي

مقبض تعديل السطوح الذيلية

آلية رفع الإزار

ذراع القيادة

أجهزة القيادة المساعدة

أهمُّ هذه الأجهزةِ المساعدةِ هي تلك التي تُستخدَمُ في موازنةِ الحوّامةِ، لأنّ حمولةَ الحوّامةِ من بضاعةٍ أو رُكّابٍ قد تتغيّرُ من حيثُ الوزنُ والموقعُ. ولا بُدَّ من توازنِ المركبةِ كلِّها قبلَ أن ترتفعَ مستويةً فوقَ وسادتِها الهوائيّةِ.

وإحدى طرقِ الحصولِ على توازنِ الاستقرارِ هذا هي ضخُّ صابورةٍ (ثِقلٍ موازنٍ) من الماءِ نحوَ مقدّمةِ المركبةِ أو نحوَ مؤخّرتِها لتعديلِ التوازنِ. وفي بعضِ الحوّاماتِ يُستخدَمُ الوقودُ بدلًا من الماءِ كصابورةِ موازنةٍ، فيُكتفى بحوّامةٍ بذلك موردٌ احتياطيٌّ من الوقودِ. ويتمُّ انتقالُ الوقودِ لتحقيقِ توازنِ المركبةِ بواسطةِ مضخّاتِ تحكّمٍ تشغّلُها مفاتيحُ يديرُها الربّانُ.

وتستخدمُ بعضُ الحوّاماتِ أيضًا سطوحًا ذيليّةً كلّيّةَ الحركةِ لضبطِ توازنِ المركبةِ في أثناءِ تحرّكِها السريعِ قُدُمًا. ويتمُّ التحكّمُ بالسطوحِ الذيليّةِ (وبالتالي توازنِ الحوّامةِ) بواسطةِ عتلةٍ صغيرةٍ أو دولابٍ صغيرٍ بجانبِ الربّانِ.

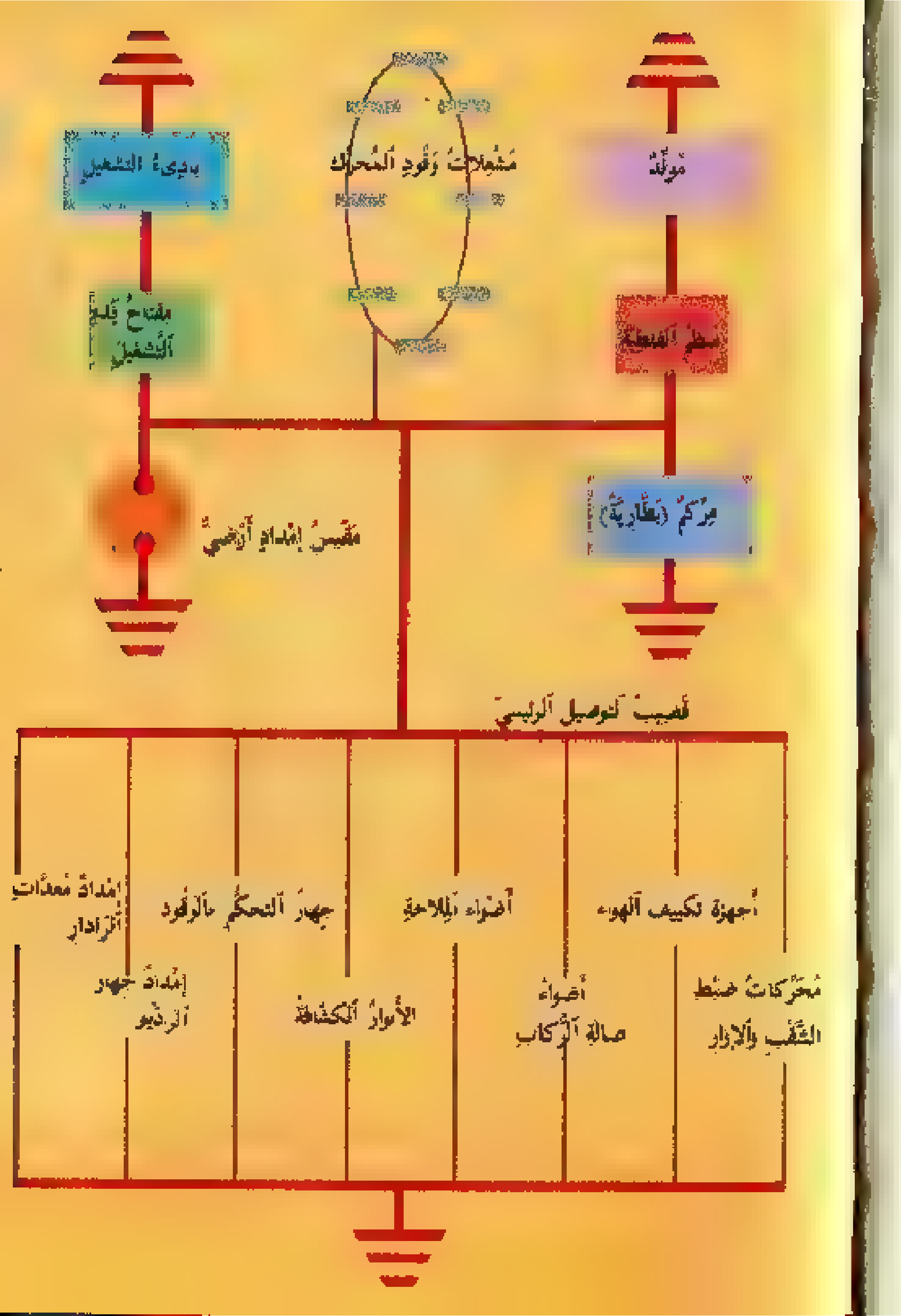
كذلك يُمكنُ التحكّمُ في حجابِ الزَّخْمِ بحيثُ يعملُ على إمالةِ الحوّامةِ فيساعدُ في تحريكِها نحوَ الاتّجاهِ المطلوبِ، وهذا التأثيرُ يعاونُه رفعُ الإزارِ في النقطةِ المناسبةِ. ويتمُّ التحكّمُ في عمليّةِ الإمالةِ هذه بواسطةِ ذراعِ القيادةِ، إذ تميلُ المركبةُ في الاتّجاهِ الذي يحرّكُ فيه الربّانُ ذراعَ القيادةِ. ويمكنُ الاستفادةُ من إمالةِ الحوّامةِ قُدُمًا في زيادةِ سرعتِها إلى الأمامِ.

الشبكة الكهربائية

تستخدم القدرة الكهربائية في بدء تشغيل المحرك وفي إشعال الوقود اللازم لمداومة تسييره. كذلك تحتاج أجهزة الإضاءة والرادار والراديو وكثير من أجهزة القياس والمعدات الأخرى إلى الطاقة الكهربائية كذلك فإن التجهيزات الكهربائية توفر سبلا ووسائل سهلة وفعالة للتحكم في الأجهزة الأخرى حينما يكون التحكم الميكانيكي غير عملي

هذه الأسباب كلها جعلت المركبات الحديثة تعتمد اعتمادا كبيرا على إمداداتها الكهربائية. ومورد الكهرباء الأساسي في المركبة هو المولد الذي يقوم بشحن المركم (البطارية) لمداومة الإمداد الكهربائي عندما يتوقف المحرك. ويعمل منظم الفلطية على ضبط شحن البطارية بحيث لا تشحن بأكثر أو بأقل من الكمية المناسبة. وهنالك مقبس إمداد أرضي تستمد عبره المركبة إمداداتها الكهربائية من مصدر خارجي يوصل به، عندما تكون الحوامة قيد التصليح أو حينما تخضع لأعمال الصيانة

تعد المولد والبطارية الحوامة بالكهرباء وكل المدارات الكهربائية تستمد طاقتها الكهربائية إما من البطارية وحدها حين يكون المولد متوقفا أو من المولد والبطارية كليهما في أثناء دوران المحرك. وترى في الرسم المقابل مخططا مبسطا للشبكة الكهربائية في الحوامة. وجدير بالذكر أن التحكم بجميع المدارات الكهربائية في هذه الشبكة يتم بمفاتيح مثبتة في مركز القيادة



أجهزةُ القياسِ

تُثبَّتُ لوحةُ أجهزةِ القياسِ أمامَ الربّانِ وعليها جميعُ أجهزةِ القياسِ الضروريةِ لتشغيلِ الحوّامةِ وقيادتِها بسلامٍ. وهذه الأجهزةُ تشملُ بوصلةً ومبيِّناً يقيسُ السرعةَ الهوائيةَ (أي سرعةَ الحوّامةِ بالنسبةِ للريحِ) ومقياساً يحدِّدُ دوراتِ المحرِّكِ في الدقيقةِ ومبيِّناً بخطوةِ المروحةِ ومقياسَ المعدَّلِ الدورانِ وكثيراً غيرَها.

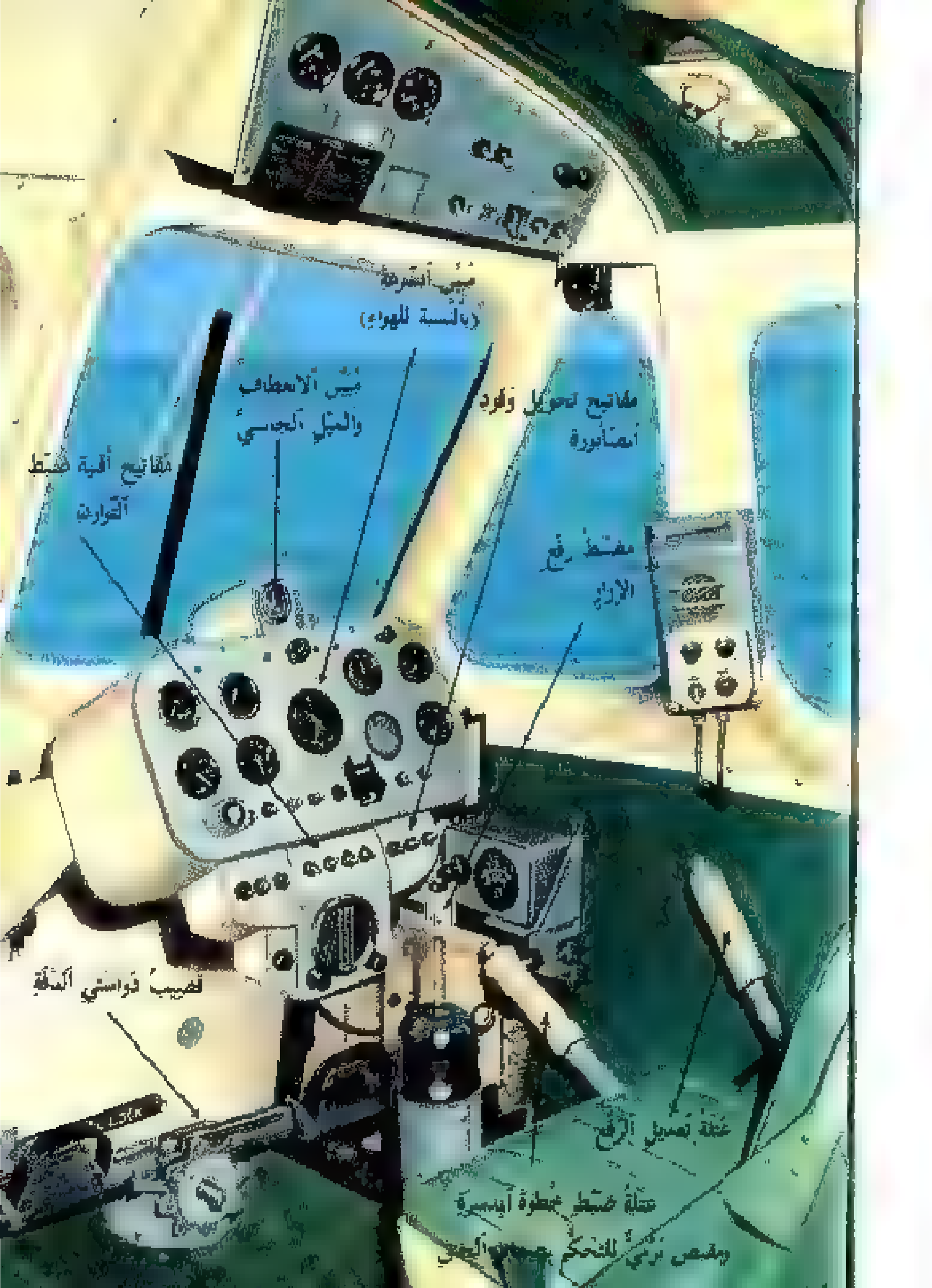
وقد تكونُ البوصلةُ من النوعِ المغنطيسيِّ، وقد تكونُ بوصلةً كهربائيةً جيروسكوبيةً تبعاً لمجالِ الاستخدامِ الذي تُصمَّمُ له الحوّامةُ؟

إنَّ مقياسَ السرعةِ الوحيدَ الصالحَ للاستعمالِ في الحوّامةِ هو النوعُ الذي تستخدمُه الطائراتُ، لأنَّ الحوّامةَ لا تمسُّ السطحَ الذي تسيرُ فوقَه. وهذا المقياسُ يقيسُ السرعةَ الهوائيةَ للحوّامةِ، فبجمعِ مقدارِ السرعةِ الهوائيةِ هذه إلى معدَّلِ سرعةِ الهواءِ في اتجاهِ سيرِ الحركةِ نحصلُ على السرعةِ الحقيقيةِ للحوّامةِ.

أمّا مبيِّنُ سرعةِ الانعطافِ فضروريٌّ بتقديرِ حدّةِ المنعطفةِ خاصّةً في الليلِ حيثُ يصعبُ على الربّانِ تقديرُ ذلك بالرؤيةِ. والمعروفُ أنَّ الانعطافَ الحادَّ يضايقُ الركّابَ.

وتزوِّدُ أجهزةُ القياسِ الأخرى الربّانَ بالمعطياتِ التي تشيرُ إلى أنَّ أجهزةَ الحوّامةِ المختلفةَ تعملُ على الوجهِ الصحيحِ. وهي في الواقعِ غيرُ ضروريةٍ فيما يختصُّ بعمليةِ توجيهِ الحوّامةِ.

١ مبيِّنُ الانعطافِ والميلِ الجانبيِّ
٢ درجةُ حرارةِ الزيتِ
٣ مقياسُ المحتوى من الزيتِ
٤ مولِّدُ الغازِ (دورةٌ في الدقيقةِ)
٥ درجةُ الحرارةِ في مدخلِ التوربين
٦ ضغطُ الزيتِ في المحرِّكِ
٧ مفتاحُ بدءِ التشغيلِ
٨ كبّاتُ الوقودِ المحتواةِ
٩ مفاتيحُ الإضاءةِ
١٠ مفتاحُ الأنوارِ الكاشفةِ
١١ بوصلةٌ جيروسكوبيةٌ
١٢ مفاتيحُ آليةِ ضبطِ التوازنِ
١٣ مبيِّنُ السرعةِ (بالنسبةِ للهواءِ)
١٤ مفاتيحُ انتقالِ وقودِ الصابورةِ (الاحتياطيّ)
١٥ سرعةُ التوربين (دورةٌ في الدقيقةِ)
١٦ عتلةُ المِنسرةِ

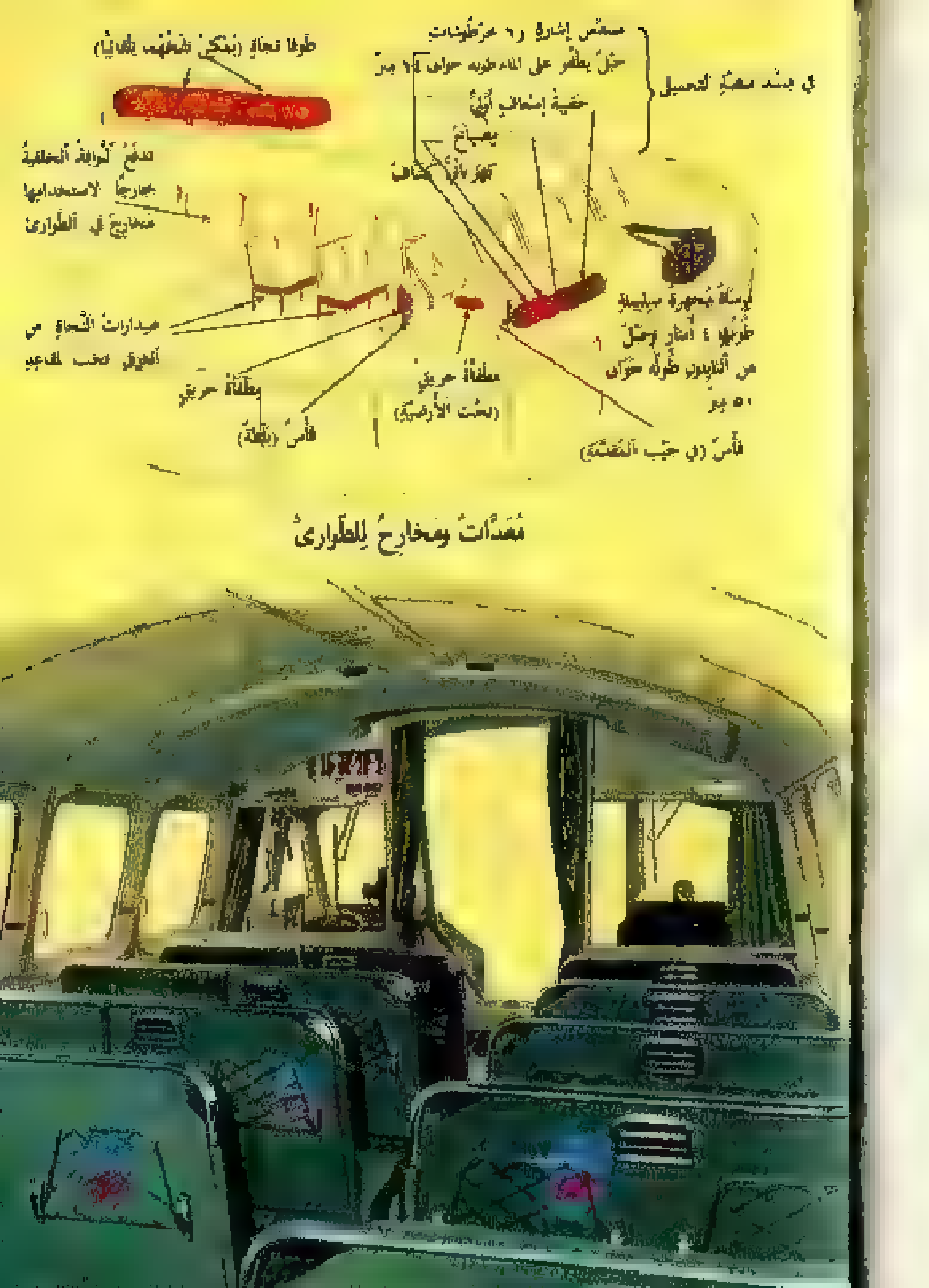


مَرْكَزُ ٱلقِيَادَةِ

بِالنَّظَرِ لِلخَصَائِصِ ٱلفَرِيدَةِ لِلحَوَّامَةِ وَصُعُوبَةِ عَمَلِهَا فَقَدِ ٱختُلِفَ عَلَى ٱلاسمِ ٱلَّذِي يَجِبُ إِطلَاقُهُ عَلَى قَائِدِهَا ، وَٱختُلِفَ أَيضًا فِي ٱلمُؤَهِّلَاتِ ٱلَّتِي يَجِبُ تَوَافُرُهَا فِي ذَلِكَ ٱلقَائِدِ . وَٱلرَّأيُ ٱلسَّائِدُ حَالِيًّا هُوَ إِطلَاقُ لَقَبِ ٱلرُّبَّانِ عَلَى قَائِدِ ٱلحَوَّامَةِ ، وَٱلوَاقِعُ هُوَ أَنَّ بَعضَ هٰؤُلَاءِ ٱلرَّبَابِنَةِ سَبَقَ لَهُم أَنْ عَمِلُوا رَبَابِنَةَ طَائِرَاتٍ

وَٱلحَوَّامَاتُ ٱلعَامِلَةُ حَالِيًّا تُستَخدَمُ غَالِبًا فَوقَ ٱلمَاءِ ، وَهٰذَا يَستَوجِبُ أَنْ يَجمَعَ ٱلرُّبَّانُ إِلَى مَهَارَاتِ قَائِدِ ٱلطَّائِرَةِ خِبرَاتِ رُبَّانِ ٱلسَّفِينَةِ . فَأَجهِزَةُ قِيَادَةِ ٱلحَوَّامَةِ ٱلعَامِلَةِ بِوَسَائِدِ ٱلهَوَاءِ شَدِيدَةُ ٱلشَّبَهِ بِأَجهِزَةِ قِيَادَةِ ٱلطَّائِرَاتِ وَكَذٰلِكَ فَإِنَّ خِبرَةَ ٱلمِلَاحَةِ ٱلبَحرِيَّةِ ضَرُورِيَّةٌ لِتَجَنُّبِ أَخطَارِ ٱلبَحرِ ٱلطَّبِيعِيَّةِ وَمُجَارَاةِ قَوَاعِدِ ٱلمِلَاحَةِ ٱلبَحرِيَّةِ وَحُسنِ تَطبِيقِهَا

وَنَرَى فِي ٱلصَّفحَةِ ٱلمُقَابِلَةِ رَسمًا يُمَثِّلُ مَركَزَ قِيَادَةٍ نَمُوذَجِيٍّ لِلحَوَّامَاتِ ٱلَّتِي هِيَ قَيدُ ٱلخِدمَةِ حَالِيًّا . وَٱلشَّبَهُ بَينَهُ وَبَينَ حُجرَةِ ٱلقِيَادَةِ فِي ٱلطَّائِرَةِ يَظهَرُ جَلِيًّا فِي دَوَّاسَتَيِ ٱلدَّفَّةِ وَعَمُودِ ٱلقِيَادَةِ وَأَجهِزَةِ ٱلقِيَادَةِ ٱلأُخرَى ٱلَّتِي هِيَ مِنَ ٱلنَّوعِ ٱلمُستَخدَمِ فِي ٱلطَّائِرَاتِ . أَمَّا مَركَزُ ٱلقِيَادَةِ ٱلمُصَمَّمَةِ لِحَوَّامَاتِ ٱلمُستَقبَلِ ٱلكَبِيرَةِ فَتَكَادُ لَا تَختَلِفُ عَن حُجُرَاتِ ٱلقِيَادَةِ فِي ٱلطَّائِرَاتِ ٱلكَبِيرَةِ ٱلمُخَصَّصَةِ بِنَقلِ ٱلرُّكَّابِ



معدات ومخارج للطوارئ

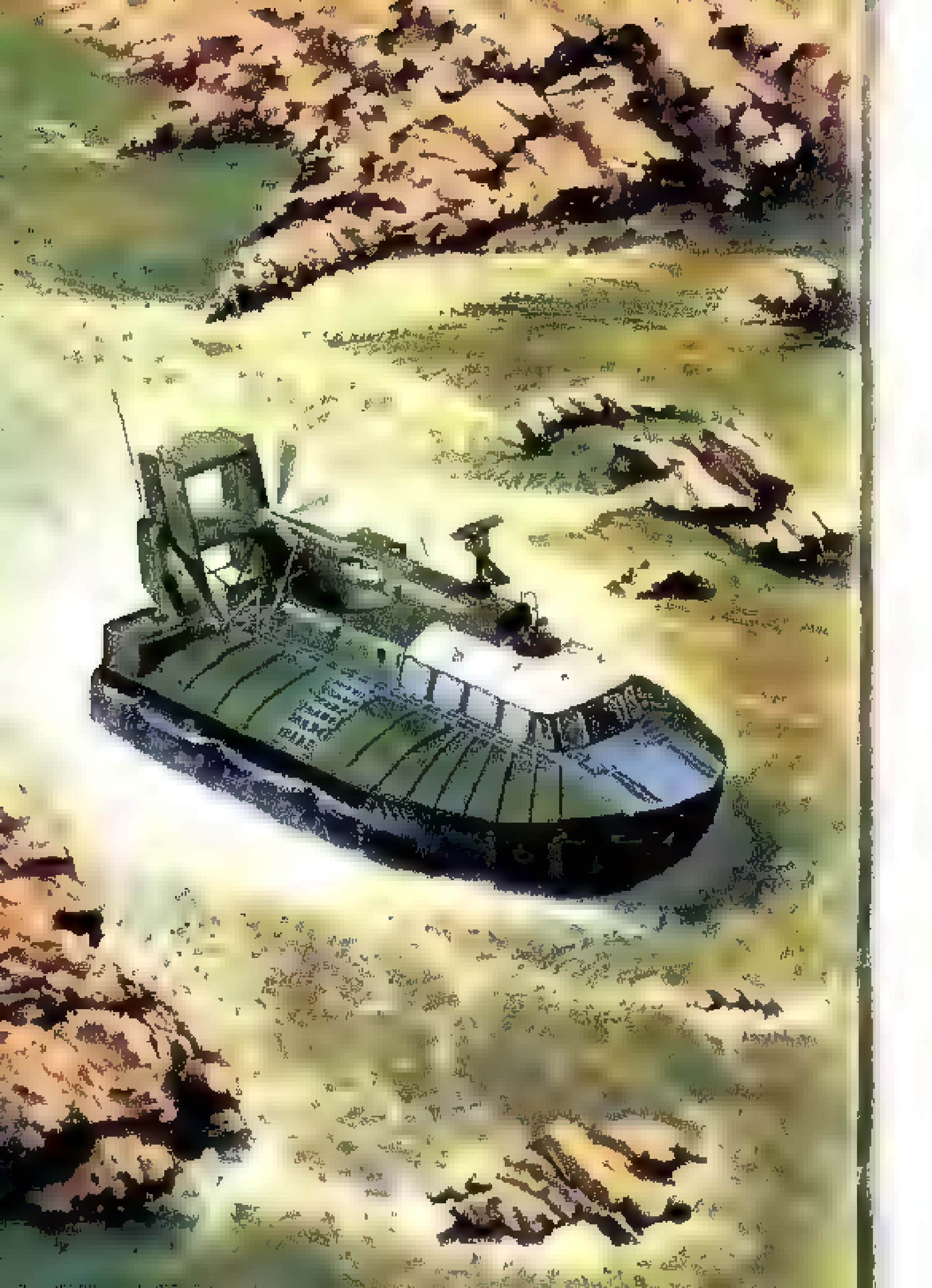
صالة الركاب

لا تختلف صالات الركاب في الحوامات عنها في طيارات نقل الركاب الحديثة السريعة ، إلا أن أحزمة الأمان التي تشد الركاب إلى المقاعد في الطائرة لا تعتبر تعد من الضروريات في الحوامة . والأحزمة المستخدمة في الحوامات حاليا شبيهة بما يستخدم في سيارات الركاب الكبيرة (الباصات) ، فالرحلات التي تقوم بها الحوامات ما زالت قصيرة نسبيا . وما من شك في أن وسائل الراحة ومستوياتها في الحوامة ستتحسن كثيرا بما يلائم احتياجات الركاب عندما تطور الحوامات لاستخدامها في رحلات أطول .

ونوافذ الحوامة مصممة بحيث لا تفتح إلا في أحوال اضطرارية ، وذلك لتفادي الرشاش الكثيف الذي يرافق سير الحوامة . أما تهوية الحوامة فتتم بواسطة أجهزة تكييف الهواء فيها .

يدخل الركاب إلى الحوامة الصغيرة من باب في الطرف الأمامي لصالة الركاب ، وهذا الباب ينطوي قدما ونزولا لاستخدامه كمنصة صعود وهبوط . أما مركز القيادة فيقع إلى يمين مقدمة صالة الركاب ، وهنالك مركز مقابل في الجهة اليسرى معد يشغله ملاح مساعد أو عامل اللاسلكي .

والحوامة مجهزة لمجابهة الطوارئ ، فهنالك صدارات للنجاة من الغرق ، تحت المقاعد (كما في الطائرات) ، والنوافذ مصممة بحيث تدفع من الداخل لاستخدامها مخارج للنجاة عند الضرورة . وتحمل الحوامة كذلك طوافات نجاة تلقائية الانتفاخ



أداء الحوامة

تعبر عن أداء الحوامة عادة بواسطة جدول مفصل يتضمن سرعة التشغيل والوزن الإجمالي وعوامل مهمة أخرى لتحديد المواصفات اللازمة للأداء الأمثل . ونستخدم الحوامة على الوجه الأكمل . والجدول التالي المستعد يبين على سبيل المثال الأداء التقريبي لطراز من الحوامات يستخدم حاليا في نقل الركاب .

معدل الوزن التشغيلي (يشمل وزن المركبة والملاحين ونصف الحمولة الكاملة من الوقود وثلاثة أرباع كمية الحمولة الأخرى)	حوالي ٨ أطنان
السرعة القصوى (العقدة = ١٫٨٥٢ كم في الساعة)	حوالي ٦٠ عقدة
سرعة التشغيل الفعلية	حوالي ٥٠ عقدة
قطر التدويم بسرعة ٤٠ عقدة	١٠٠ إلى ١٢٠ مترا
المدى في بحر هادئ الموج	حوالي ٣٢٠ كيلومترا
حيز الخلوص (ارتفاع العوائق التي يمكن تخطيها)	من ٩٠ إلى ١٢٠ سنتيمترا
درجة الانحدار الأقصى للمسار	١٠ ٪ (١ : ١٠)

والميزة الأساسية للحوامة هي أنها تستطيع القيام بخدماتها مهما كانت نوعية السطح الذي تعبره ، إن كان بحرا أو مستنقعا أو أرضا عليظة قفراء . والعوامل التي تحد من مدى عملها هي فقط ارتفاع العوائق ونسبة الانحدار وحالة البحر . وقد تحدثنا سابقا عن إمكانية زيادة حيز الخلوص باستخدام الأزر . أما نسبة الانحدار الأقصى للمسار فتعتمد على قدرة التوجيه المتاحة . وفي الصورة المقابلة تبدو حوامة وهي تنطلق فوق جنادل مضطربة في مجرى نهري ، وهذا شاهد على قدرة الحوامة على السير فوق أي نوع من السطوح .



التَّشْغِيلُ التِّجارِيُّ

ليست الحوامة قادرة على السير فوق أي نوع من السطوح فقط بل إنها تمتاز عن سواها من وسائل النقل باستغنائها عن المحطات الطرفية ومرافقها المختلفة. فباستطاعة الحوامة مثلاً الطفو بمحاذاة طوف عائم أو رصيف – كما تفعل المعديات التقليدية – كما يمكنها التقدم عبر الشاطئ* والاستقرار على اليابسة أو فوق أي سطح آخر.

وإمكانات الحوامة هذه تجعلها ذات أهمية خاصة كناقلة للركاب أو شحنة بضائع في مناطق الأدغال والمستنقعات. فهي لا تحتاج إلى إعداد أكثر من ممر سالك عبر أشجار الغابة وإزالة العوائق والصخور التي هي من الكبر بحيث يتعذر على الحوامة تخطيها.

ومع أن المحطات الطرفية وملحقاتها غير ضرورية للحوامة المستخدمة كمعدية، فهي ضرورية لضمان راحة المسافرين وزيادة كفاية حركة النقل وفعاليتها وخفض نفقاتها بالتقليل من الوقت الضائع في تعويم الحوامة ودورانها. والمحطات الطرفية المفضلة حالياً تشتمل على أرصفة ومنشآت برية تمكن المسافرين من ركوب الحوامة ومغادرتها على اليابسة. كما تيسر موقف ومرائب للحوامات يتم فيها إصلاحها وصيانتها وتزويدها بالوقود.

ومن المؤكد أن حوامات المستقبل الضخمة ستحتاج إلى مرافق وإنشاءات خاصة، لكن لا يتوقع أن تبلغ تكاليف هذه المرافق ما تتطلبه الأحواض والمدارج والطرق الفسيحة (الأوتوسترادات).



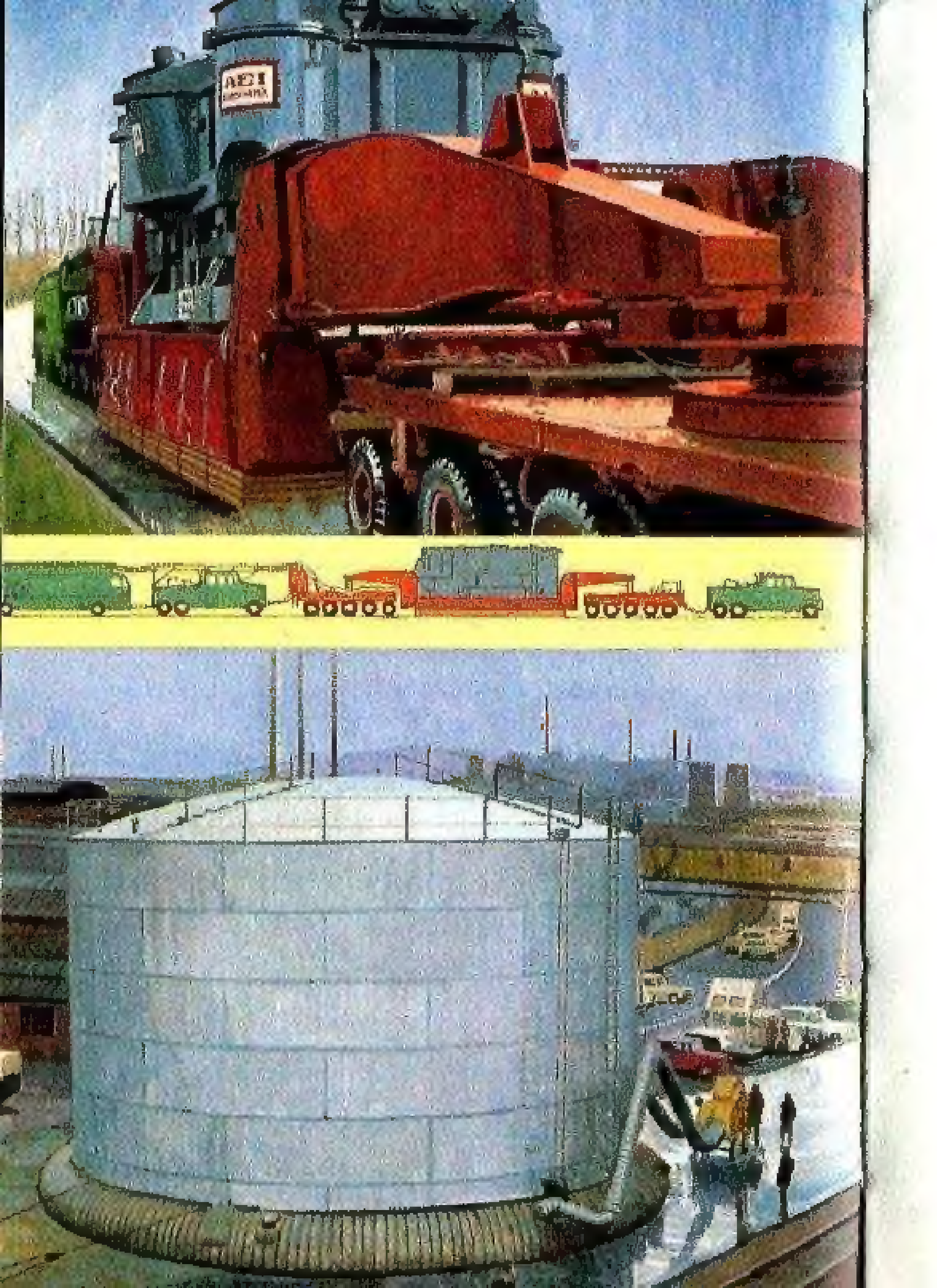
الحوّاماتُ العِملاقةُ تَعْمَلُ عبرَ المانش

في عام ١٩٦٨ استُخدِمت الحوّاماتُ العِملاقةُ في خدماتٍ مُنتظمةٍ عبرَ القنالِ الإنكليزيّ. وتبلغُ حمولةُ الحوّامةِ ١٦٥ طنًّا

وهي مُصمَّمةٌ لِنقلِ ٢٥٤ مُسافِرًا و٣٠ سيّارة (أو ٦٠٠ مُسافِرٍ دون سيّارات). وباستِطاعتِها قطعُ مسافةِ ١٨٥ كيلومترًا في أقلَّ مِن ساعتَين

يَشغَلُ السَّطحُ المُخصَّصُ للسيّارات وَسَطَ المَركَبة، وتقعُ صالاتُ الرُّكّابِ على جانِبَيِ الحوّامةِ، وتمتدُّ نوافِذُها الكبيرةُ على طولِ امتِدادِ المَركَبةِ. أمّا حُجرةُ القِيادةِ فمكانُها فوقَ ظَهْرِ السَّطحِ المخصَّصِ لِشَحْنِ السيّارات وهي تمتدُّ نحو المُقدّمة بِحيثُ يُتاحُ لِطاقَمِ القيادةِ الثلاثيّ (الرُّبّانِ والمُهندسِ وعامِلِ الرّادار) مَجالٌ شامِلٌ لِلرُّؤية.

وتَستَخدِمُ هذه الحوّامةُ العِملاقةُ أربعةَ مُحرِّكاتٍ تُوربينيّةٍ غازيّةٍ حَرارِيّة، يُديرُ كُلُّ واحِدٍ مِنها مِدْسَرةً مُتغيِّرةَ الخطوةِ مُثبّتةً على عَمودٍ دوّار، ويترابَطُ مع المَداسِرِ أربعُ مَراوِحَ نابِذةٍ لتوفيرِ الوِسادةِ الهوائيّة. ويتمُّ توجيهُ الحوّامةِ بتغييرِ زَوايا أرياشِ المداسرِ وبرمِ أعمِدتِها الحامِلةِ لِتغييرِ اتِّجاهِ الدَّفع. وتستطيعُ المَركبةُ التحويمَ بثلاثةِ مُحرِّكاتٍ فيما لو تعطّلَ مُحرِّكُها الرّابعُ. وهي مُصمَّمةٌ بحيثُ تطفو على الماءِ كالسَّفينة وباستِطاعتِها السَّيرُ قُدُمًا مُوقّهة بِمُحرّكٍ واحِدٍ فَقَط. وتتراوحُ سُرعةُ هذه الحوّامةِ بين ٥٠ و ٦٠ عُقدةً ولا تُعيقُها الأمواجُ التي لا يتجاوزُ ارتفاعُها ثلاثةَ أمتار.



تطبيقات تقنية على مبدإ الحوامة

لقد تم تطبيق مبدأ الوسادة الهوائية بنجاح على مركبات برية وبحرية مختلفة. لكن اسم الحوامة لا ينطبق على هذه المركبات لأنها لا تفقد اتصالها تماما بالأرض أو بالماء أي إنها في الواقع غير محمولة على الهواء، بل هي مزلقة به.

وبما أن هذه المركبات لا تفقد اتصالها بالسطح الذي تسير عليه فهي توجه بوسائل القيادة التقليدية على الماء واليابسة، ولا حاجة لها بأجهزة التوجيه الدينامية الهوائية.

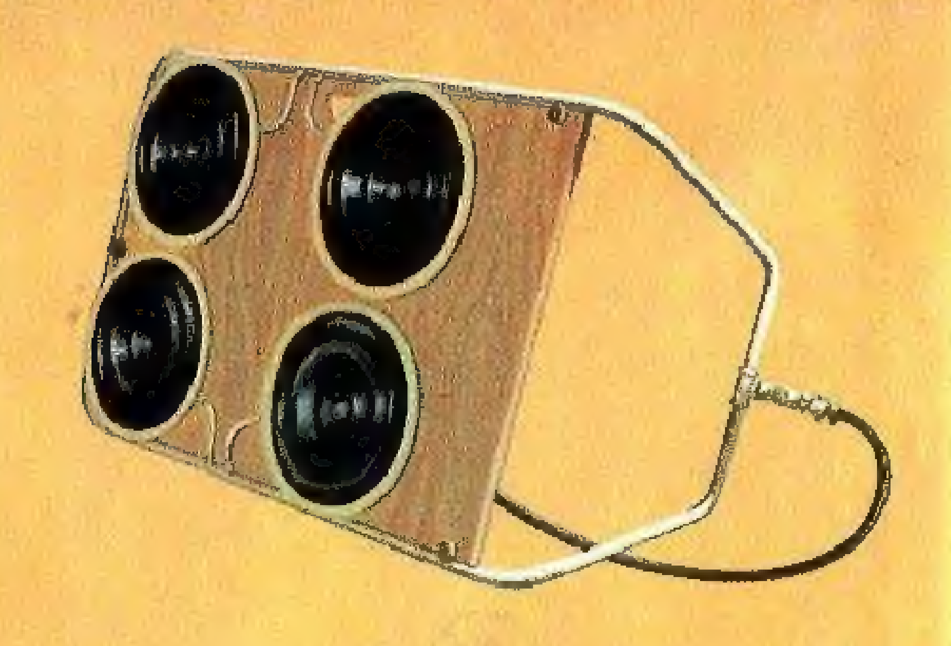
وقد طورت سيارة من طراز لاند روفر ذات إزار وجدران جانبية لاحتواء وسادة هوائية تمكن السيارة من اجتياز الأراضي السبخة والمناقع، بينما تظل العجلات توفر لها قدرة الجر ووسيلة التوجيه. كذلك صمم شاحن لنقل الأحمال الثقيلة مستعينا بمخدة هوائية كبيرة لتلقي الحمل، لكنه ظل يعتمد على عجلاته فيما يختص بالجر والتوجيه.

كما طورت عدة أنواع من الزوارق المزلقة بالهواء: بعضها مجهز بأزر وجدران جانبية لاحتواء الوسادة الهوائية، بينما يستخدم بعضها الآخر عددا كبيرا من المخدات الهوائية لتوفير التزليق الهوائي – لكن هذه الزوارق تعتمد في غالبيتها على الرفاصات (المداسر) المائية والدفات لتزويدها بقدرة الدفع ووسائل التوجيه.

وقد استخدم مبدأ الوسادة الهوائية في نقل صهريج زيت يتسع لثلاثمائة ألف غالون إلى موقع جديد على بعد ٣٢٠ مترا وذلك بتعويمه على وسادة هوائية يسرت عملية الجر.



المَنَصَّةُ المُوَسَّدَةُ – تَطْبِيقٌ تِقْنِيٌّ آخَر





هُنالِكَ تَطبيقٌ عَمَلِيٌّ مُهِمٌّ – رُغْمَ صِغَرِه – على مَبْدَإِ الوِسادةِ الهوائيَّةِ ، وهُوَ يُسْتَخْدَمُ في رَفْعِ الأَثقالِ الَّتي يَبْلُغُ وَزْنُها حَتَّى خَمسةِ أَطنانٍ ونَقْلِها من مَكانٍ إلى آخَرَ داخِلَ المَصانِعِ والمَخازِنِ والطائِراتِ والسُّفُنِ . وقَد أُطلِقَ على هذا النَّاقِلِ اسْمُ المَنَصَّةِ المُوَسَّدَةِ أو المَنَصَّةِ المَحْمُومَةِ .

وتَتَركَّبُ المَنَصَّةُ المُوَسَّدَةُ من مِنَصَّةٍ لِحَمْلِ الأَثقالِ مُجَهَّزةٍ بإطارٍ أُنبوبِيٍّ ذي مِقْبَضٍ – كما تَرَى في الرَّسْمِ المُقابِلِ . ويَجْرِي إمدادُ المَنَصَّةِ بالتَّوسيدِ الهوائِيِّ عن طَرِيقِ ضَخِّ الهواءِ مِن أَربَعةِ مَنافِثَ طَبَقِيَّةِ الشَّكْلِ في أَسْفَلِ المَنَصَّةِ . فَبَعْدَ وَضْعِ الأَثقالِ فَوْقَ المَنَصَّةِ يُفتَحُ صِمامُ الإِدخالِ في المِقْبَضِ حَتَّى تُرفَعَ المَنَصَّةُ فَوْقَ الهواءِ ، حَيْثُ يُمكِنُ دَفْعُها أو جَرُّها أو تَدويرُها إلى أَيِّ اتِّجاهٍ . وعِندما تَبْلُغُ المَنَصَّةُ المَوْضِعَ أو المَوقِعَ المَطلوبَ يُغلَقُ الصِّمامُ الهوائِيُّ فتَحُطُّ المَنَصَّةُ على الأَرضِ بِرِفْقٍ .

وإِحدى مَزَايا اسْتِخدامِ هذه الوَسيلةِ في نَقْلِ الأَحمالِ الثَّقيلةِ داخِلَ المَباني والطائِراتِ والسُّفُنِ هي انْعِدامُ خَطَرِ خَدْشِ سُطوحِ الأَرْضِيَّةِ المُكَيَّسَةِ فيها أو إِتلافِها . أَضِفْ إلى ذلك أَنَّ سُهولَةَ الحَرَكةِ الفائِقةِ هذه المَنَصَّةِ في داخِلِ الفُسُحاتِ المَحْصُورةِ يَزيدُ من قِيمتِها . كذلكَ فإِنَّ الوَسائِدَ الهوائِيَّةَ لِلمِنَصَّةِ تُوَزِّعُ الوَزْنَ بالتَّساوِي على مِساحةٍ واسِعةٍ تَجْعَلُ نَقْلَ مِثْلِ هذه الأَحمالِ فَوْقَ الأَرضِيَّاتِ الضَّعيفةِ مُمكِنًا ، في حِينِ أَنَّ هذه الأَرضِيَّاتِ ما كانَت لِتَصْمُدَ تَحْتَ عَجَلاتِ العَرَبةِ العادِيَّةِ حَيْثُ يَتَرَكَّزُ الثِّقَلُ ويَتَضاعَفُ الضَّغطُ .



سِلْسِلَةُ «كَيْفَ تَعْمَلُ»

١ - الكاميرا
٢ - السيارة
٣ - التلفون
٤ - التلفزيون
٥ - الصاروخ
٦ - الحاسبة الإلكترونية
٧ - الحوامة
٨ - المرقب (التلسكوب) والمجهر (الميكروسكوب)
٩ - الطائرة
١٠ - الآلات الزراعية
١١ - الدراجة النارية
١٢ - القاطرة

Series 654 Arabic